

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra energetiky

Emise znečišťujících látek z vytápění domácností

Emission of pollutants from domestic heating

Student:

Miroslav Anlauf

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jiří Horák, Ph.D.

Ostrava 2010

Zadání bakalářské práce

Student: **Miroslav Anlauf**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 3904R016 Technika tvorby a ochrany životního prostředí
Téma: Emise znečišťujících látek z vytápění domácností
Emissions of Pollutants from Domestic Heating

Zásady pro vypracování:

Ve své práci odpovězte na níže uvedené otázky:

Jak se vytápí domácnosti (skladba zdrojů)?

Jaké znečišťující látky vznikají při vytápění domácností?

Jak lze bilancovat emise těchto znečišťujících látek (metodika)?

Jaký je podíl emisí vybraných znečišťujících látek z vytápění na celkovém množství emisí ze všech významných zdrojů znečišťování?

Oblast zájmu: ČR a částečně EU

Seznam doporučené odborné literatury:

<http://www.chmu.cz/uoco/emise.html>

<http://www.mzp.cz/cz/ovzdusi>

<http://www.czso.cz/>

<http://www.eea.europa.eu/publications/EMEPCORINAIR4>

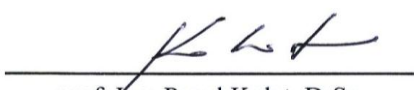
<http://www.air.sk/tno/cepmeip/>

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jiří Horák, Ph.D.**

Datum zadání: 18.12.2009

Datum odevzdání: 21.05.2010


prof. Ing. Pavel Kolat, DrSc.
vedoucí katedry





prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 21. 5. 2010


.....
podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola Báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB – TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB – TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- Beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 21. 5. 2010


.....
podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Miroslav Anlauf

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Fügnerova 73, Opava – část Kateřinky, 747 05

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

ANLAUF, M. *Emise znečišťujících látek z vytápění domácností : bakalářská práce.* Ostrava : VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra energetiky, 2010, 52 s. Vedoucí práce: Horák, J.

Bakalářská práce se zabývá emisemi znečišťujících látek z vytápění domácností. V úvodní části práce jsou popsány kategorie zdrojů znečišťování, dále způsob vytápění domácností a skladba zdrojů. V další kapitole jsou popsány základní znečišťující látky. Pro tyto znečišťující látky je uvedena metodika výpočtu emisí z vytápění domácností. Na základě výpočtu je stanoven podíl emisí vybraných znečišťujících látek z vytápění domácností, na celkovém množství emisí ze všech významných zdrojů znečišťování pro Českou republiku a vybrané státy Evropské unie. V závěru je uvedeno zhodnocení a porovnání výsledných dat.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

ANLAUF, M. *Emission of pollutants from domestic heating : Bachelor Thesis.* Ostrava : VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Power Engineering, 2010, 52 p. Thesis head: Horák, J.

This bachelor thesis deals with emissions of pollutants from domestic heating. In the beginning part of the thesis categories of pollution sources, method of domestic heating and composition of sources are described. In the next chapter basic pollutants are described. Based on calculation, ratio of selected pollutants emissions from domestic heating in total volume of emissions from all significant sources of pollution for Czech Republic and selected countries of European Union is determined. Evaluation and comparison of resulting data is provided in the conclusion of the thesis.

Obsah

Seznam použitých značek a symbolů	8
0 Úvod	11
1 Přehled jednotlivých kategorií zdrojů znečišťování ovzduší	12
2 Vytápění domácností (skladba zdrojů)	12
2.1 Způsob vytápění domácností	13
2.2 Druhy paliv (energií) pro vytápění domácností	14
3 Základní znečišťující látky, které vznikají při vytápění domácností [10] [11]	16
3.1 Popis základních druhů znečišťujících látek	17
4 Bilancování emisí těchto znečišťujících látek (metodika)	19
4.1 Postup výpočtu emisí znečišťujících látek ze spalování	19
4.1.1 Stanovení teplot topného období v denostupních	19
4.1.2 Potřebné množství tepla pro vytápění bytů [1]	21
4.1.3 Výpočet spotřeby paliva a množství produkovaného tepla	22
4.1.4 Výpočet množství emisí ze spalování	25
4.1.5 Příklad výpočtu emisí znečišťujících látek na základě emisních faktorů	26
5 Podíl emisí základních znečišťujících látek z vytápění domácností na celkovém množství emisí ze všech významných zdrojů znečištění	31
5.1 Podíl jednotlivých znečišťujících látek z vytápění domácností na celkovém znečištění ovzduší ze všech zdrojů REZZO 1 – 4	33
5.2 Podíl jednotlivých znečišťujících látek z vytápění domácností ze stacionárních zdrojů REZZO 1 - 3	37
6 Podíl emisí základních znečišťujících látek z vytápění domácností na celkovém množství emisí ze všech významných zdrojů znečišťování pro vybrané státy Evropské unie	40
8 Závěr	49
8.1 Česká republika	49
8.2 Evropská unie	50

9	Použitá literatura.....	52
---	-------------------------	----

Seznam použitých značek a symbolů

Ap	[% _{hm}]	obsah popela v původním vzorku tuhých paliv
BaP		benzo (a) pyren
BD		bytový dům
CO		oxid uhelnatý
CO ₂		oxid uhličitý
COhb		karboxyhemoglobin
CUTR		černé uhlí (tříděné)
C _x H _y		suma uhlovodíku
ČHMÚ		Český hydrometeorologický ústav
ČR		Česká republika
ČSÚ		Český statistický úřad
d		počet dnů se střední denní teplotou nižší nebo rovnající se 13°C
D ₂₁	[-]	hodnota denostupňů
DK		domovní kotelna
DREV		dřevo
DV		dálkově vytápěné
ET		etážové vytápění
EU		Evropská unie
H ₂ CO ₃		kyselina uhličitá
HUTR		hnědé uhlí (tříděné)
ISKO		Informační systém kvality ovzduší
KD		koefficient k přepočtu denostupňů k normovým klimatickým podmínkám
LT		lokální vytápění
LTO		lehký topný olej

NO		oxid dusnatý
NO ₂		oxid dusičitý
NO _x		oxidy dusíku
OD		ostatní domy
P	[m ²]	průměrná celková plocha bytu
PB		propan – butan
PM _{1,0}		částice, jejichž aerodynamický průměr nepřesahuje 1,0 μm
PM _{2,5}		částice, jejichž aerodynamický průměr nepřesahuje 2,5 μm
PM ₁₀		částice, jejichž aerodynamický průměr nepřesahuje 10 μm
PP		pevné paliva
Q _a	[GJ]	roční potřeba tepla na byt
Q _i	[MJ/kg]	výhřevnost
Q _m	[kWh/m/rok]	měrná spotřeba tepla
RD		rodinný dům
REZZO		Registr Emisí Zdrojů Znečišťujících Ovzduší
REZZO 1		Registr Emisí Zdrojů Znečišťujících Ovzduší (zvláště velké a velké zdroje znečišťování ovzduší)
REZZO 2		Registr Emisí Zdrojů Znečišťujících Ovzduší (střední zdroje znečišťování ovzduší)
REZZO 3		Registr Emisí Zdrojů Znečišťujících Ovzduší (malé zdroje znečišťování ovzduší)
REZZO 4		Registr Emisí Zdrojů Znečišťujících Ovzduší (mobilní zdroje znečišťování ovzduší)
S	[% _{hm}]	obsah síry v původním vzorku kapalného paliva
SLDB		Sčítání lidu, domů a bytů
SO ₂		oxid siřičitý
Sp	[% _{hm}]	obsah síry v původním vzorku tuhých paliv
t _{es}	[°C]	střední denní teplota vnějšího vzduchu

t_{is}	[°C]	střední denní teplota vnitřního vzduchu v bytě
TZL		tuhé znečišťující látky
TS		topná sezóna
VOC		těkavé organické sloučeniny (Volatile Organic Compounds)
ZP		zemní plyn
η	[%]	účinnost spalovacího zařízení

0 Úvod

V posledních letech se mnoho domácností vrací k vytápění bytů a domů tuhými palivy. Důvodem je výrazný růst cen „čistších“ zdrojů tepla, tj. zemního plynu a elektřiny. Šetřením nákladů na vytápění svých bytů však lidé nešetří své zdraví a životní prostředí, ve kterém žijí. Při vytápění tuhými palivy (zejm. těmi méně kvalitními), nebo spalováním různých odpadů, které v domácnostech vznikají a používání nekvalitních zastaralých kotlů, se do ovzduší dostává řada látek, které jsou nebezpečné nejen pro lidské zdraví.

Zdroje, které vypouštějí do ovzduší znečišťující látky, jsou celostátně sledovány v rámci tzv. Registru emisí zdrojů znečišťování ovzduší (REZZO). Podle zákona č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší se zdroje znečišťování dělí na zdroje mobilní a stacionární. Zdroje stacionární se dále rozdělují podle míry vlivu na kvalitu ovzduší na zvláště velké, velké, střední a malé zdroje. Dále se také dělí podle technického a technologického uspořádání na spalovací zdroje, spalovny odpadů a ostatní zdroje. Spalovací zdroje se zařazují do jednotlivých kategorií a to podle tepelného příkonu nebo výkonu. Stacionární zdroje jsou zahrnuty v dílčích souborech REZZO 1 - 3, mobilní zdroje spadají pod samostatný soubor REZZO 4.

Správou databáze REZZO za celou Českou republiku je pověřen Český hydrometeorologický ústav. Jednotlivé databáze ze souborů REZZO 1-4 slouží také k archivaci a prezentaci údajů o stacionárních a mobilních zdrojích znečišťování ovzduší. Tyto databáze tvoří součást **Informačního systému kvality ovzduší (ISKO)**, jehož provozovatelem je rovněž ČHMÚ jako jeden ze základních článků soustavy nástrojů pro sledování, vyhodnocování a archivaci kvality ovzduší ČR pro jednotlivé roky.

Pro celostátní emisní bilanci malých zdrojů je využíván model aktualizace údajů ze **Sčítání lidu, domů a bytů**, které bylo provedeno ČSÚ v roce 2001, jehož výstupem jsou údaje o spotřebě základních druhů fosilních paliv spalovaných v domácnostech. Poprvé byly do SLDB zahrnuty také údaje o počtech bytů, používajících jako hlavní palivo dřevo. Tyto údaje jsou průběžně aktualizovány ve spolupráci s regionálními dodavateli paliv a energií (plynárenské a.s., energetické a.s., teplárenské podniky). Konečným produktem modelu jsou údaje o emisích znečišťujících látek z domácích topenišť (REZZO 3) na úrovni jednotlivých obcí. Celková emisní bilance malých zdrojů nezahrnuje údaje o emisích z drobných provozoven zpoplatňovaných obecními a městskými úřady.

1 Přehled jednotlivých kategorií zdrojů znečišťování ovzduší

Druh zdroje	Typ souboru	Obsahuje	Charakter zdroje	Způsob evidence
Zvláště velké stacionární zdroje znečišťování	REZZO 1	Zvláště velké spalovací zdroje o jmenovitém tepelném příkonu 50 MW a vyšším bez přihlédnutí ke jmenovitému tepelnému výkonu. Spalovny nebezpečného odpadu, jejichž jmenovitá provozní kapacita množství odstraňovaného odpadu je větší než 10 tun za den, spalovny komunálního odpadu, pokud jejich jmenovitá provozní kapacita množství odstraňovaného odpadu je větší než 3 tuny za hodinu a jiné spalovny pokud jejich jmenovitá provozní kapacita množství odstraňovaného odpadu je větší než 50 tun za den.	bodové zdroje	zdroje jednotlivě sledované
Velké stacionární zdroje znečišťování		Velké spalovací zdroje o jmenovitém tepelném výkonu vyšším než 5 MW do 50 MW. Spalovny odpadů nepatřící do kategorie zvláště velkých zdrojů.		
Střední stacionární zdroje znečišťování	REZZO 2	Střední spalovací zdroje o jmenovitém tepelném výkonu od 0,2 MW do 5 MW. Zařízení závažných technologických procesů, uhelné lomy a plochy s možností hoření, zapaření nebo úletu znečišťujících látek.		
Malé stacionární zdroje znečišťování	REZZO 3	Malé spalovací zdroje o jmenovitém tepelném výkonu nižším než 0,2 MW. Zařízení technologických procesů nespadajících do kategorie zvláště velkých, velkých a středních zdrojů, plochy, na kterých jsou prováděny práce, které mohou způsobovat znečišťování ovzduší, skládky paliv, surovin, produktů a odpadů a zachycených exhalátů a jiné stavby, zařízení a činnosti, výrazně znečišťující ovzduší	plošné zdroje	zdroje hromadně sledované
Mobilní zdroje	REZZO 4	Dopravní prostředky, kterými jsou silniční vozidla, drážní vozidla a stroje, letadla a plavidla. Nesilniční mobilní zdroje, kterými jsou kompresory, přemístitelné stavební stroje a zařízení, buldozery, vysokozdvizné vozíky, pojízdné zdvihací plošiny, zemědělské a lesnické stroje, zařízení na údržbu silnic, sněžné pluhy, sněžné skútry a jiná obdobná zařízení. Přenosná nářadí vybavená spalovacím motorem, např. motorové sekačky a pily, sbíječky a jiné obdobné výrobky.	liniové zdroje	

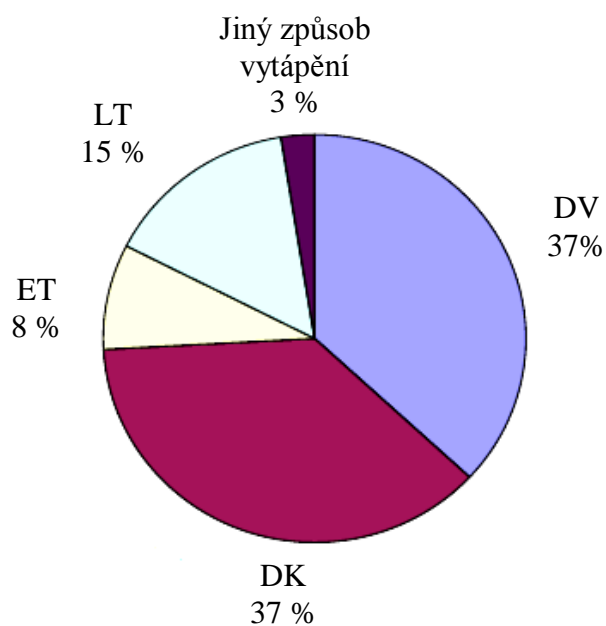
Obrázek 1 - Popis jednotlivých kategorií zdrojů znečišťování ovzduší REZZO 1-4 [3]

2 Vytápění domácností (skladba zdrojů)

V České Republice je přibližně **3 800 000** domácností, z toho **1 600 000** tvoří rodinné domy a **2 200 000** tvoří bytové a ostatní prostory. Z celkového počtu bytů v ČR je **2 812 000** vytápěno domovními kotelny a dálkově. Tyto údaje vycházejí ze SLDB v roce 2001 v ČR.

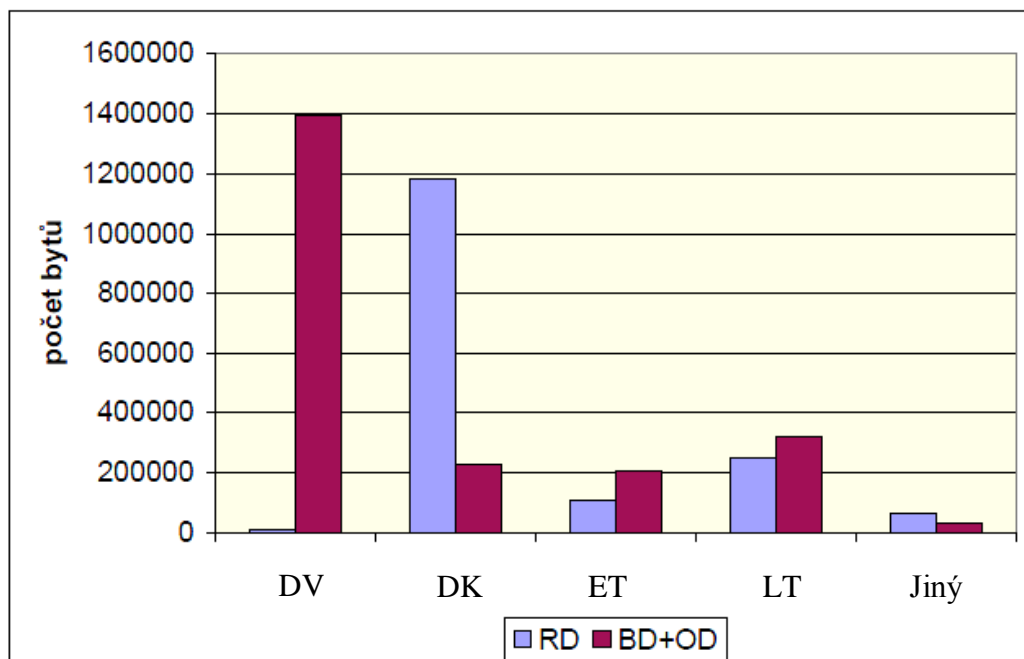
2.1 Způsob vytápění domácností

- Dálkově vytápěné domácnosti (teplárny)
- Domácnosti vytápěné domovními kotelny
- Domácnosti vytápěné etážovým topením
- Domácnosti vytápěné lokálním topením
- Jiný způsob vytápění



Obrázek 2 - Rozdělení domácností v ČR podle způsobu vytápění za rok 2001 [1]

Domácnosti v bytových domech jsou z velké části vytápěny dálkově, v rodinných domech značně převládá vytápění domovními kotelny. Ostatní způsoby vytápění tvoří jen velmi malé procento.

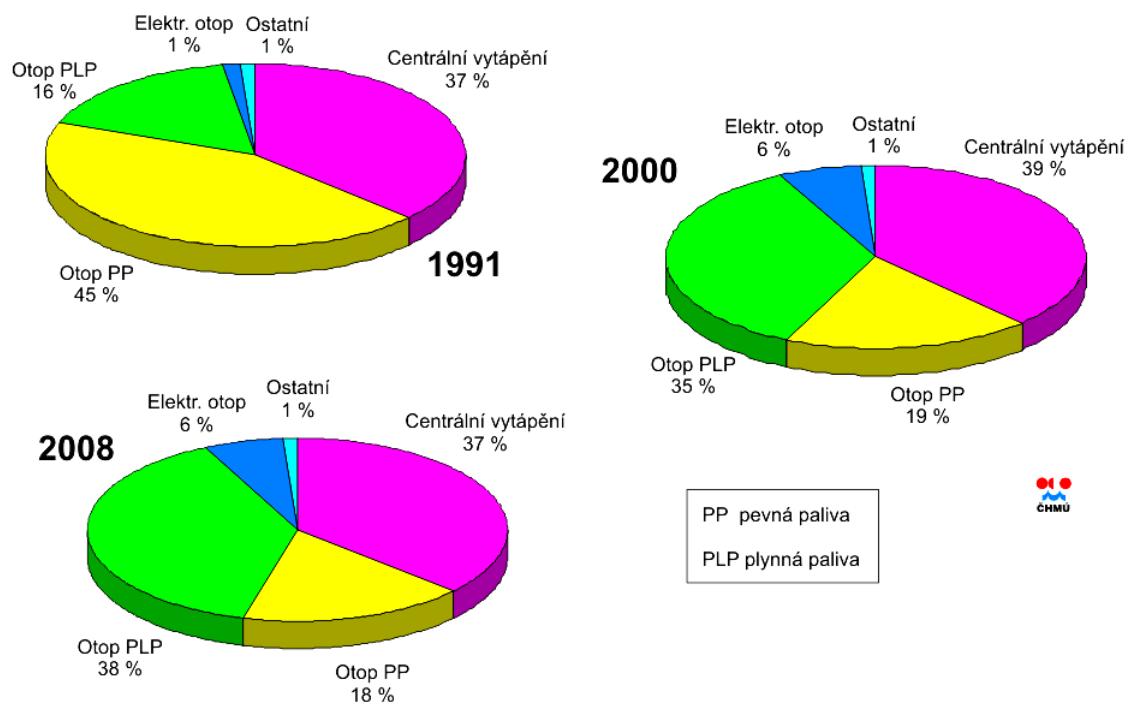


Obrázek 3 - Rozdělení domácností v ČR podle způsobu vytápění mezi rodinnými (RD) a bytovými + ostatními domy (BD+OD) za rok 2001 [1]

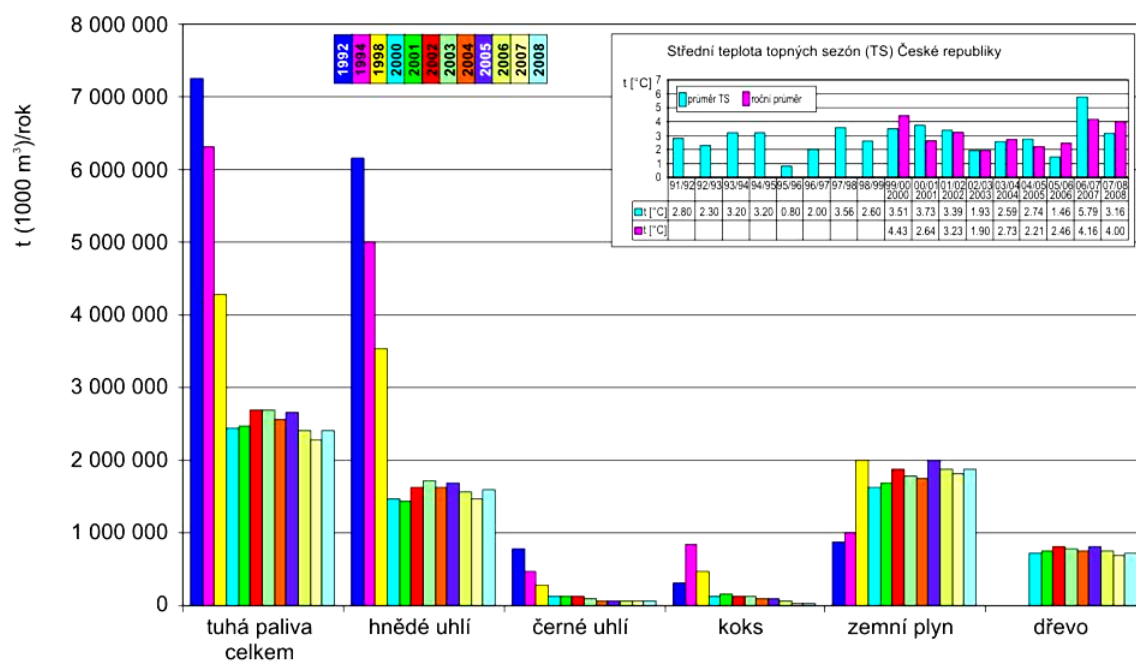
2.2 Druhy paliv (energií) pro vytápění domácností

- Tuhá paliva: Černé a hnědé uhlí
Koks
Dřevo
- Kapalná paliva: Lehké topné oleje
- Plynná paliva: Zemní plyn
Propan – butan
- Ostatní: Elektřina

V roce 1991 bylo jednoznačně nejvíce bytů vytápěno pevnými palivy. V současné době značně převládá vytápění plynnými palivy oproti palivům pevným, a to hlavně z komfortních důvodů. Počet bytů vytápěných dálkově, se v průběhu 18 let nijak výrazně nezměnil.



Obrázek 4 - Změny skladby vytápění bytů v ČR – srovnání v letech 1991, 2000 a 2008 [4]



Obrázek 5 - Spotřeba paliva v ČR pro malé zdroje znečišťování v letech 1992 – 2008 [4]

3 Základní znečišťující látky, které vznikají při vytápění domácností [10] [11]

Znečišťující látky se mohou vyskytovat v podobě pevné, kapalné a plynné. Tyto látky mohou mít škodlivé účinky přímo ve své podobě, tak i v podobě různých sloučenin a tím nepříznivě ovlivňují životní prostředí a ovzduší, ve kterém žijeme. Tento nepříznivý vliv se může projevovat několika způsoby, např.:

- poškození lidského zdraví a zdraví zvířat
- změny složení ovzduší
- poškozování prostředí
- obtěžování okolního prostředí (sníženou viditelností způsobenou tmavostí kouře, pachem)

Dále můžeme znečišťující látky v ovzduší dělit do několika skupin, např.:

- podle způsobu odlučování
- stanovení úletu
- nebezpečnosti
- toxikologie
- podle jiných vlastností (těžké kovy, karcinogeny, alergenů, uhlovodíky, radioaktivní látky)

Z pohledu kvality spalování jsou nejvíce sledované tyto základní znečišťující látky.

- Tuhé znečišťující látky (TZL)
- Oxid siřičitý (SO_2)
- Oxid uhelnatý (CO)
- Oxidy dusíku (NO_x – NO , NO_2)
- Těkavé organické sloučeniny (VOC)

3.1 Popis základních druhů znečišťujících látek

Tuhé znečišťující látky (TZL)

Atmosférický aerosol je všudypřítomnou složkou atmosféry Země. Je definován jako soubor tuhých, kapalných nebo směsných částic o velikosti v rozsahu 1 nm – 100 μm. Významně se podílí na důležitých atmosférických dějích, jako je vznik srážek a teplotní bilance Země. Z hlediska zdravotního působení atmosférického aerosolu na člověka byly definovány velikostní skupiny aerosolu označované jako PM_x (Particulate Matter), které obsahují částice o velikosti menší než μm. Běžně se rozlišují PM₁₀, PM_{2,5} a PM_{1,0}. Mezi nejvýznamnější antropogenní zdroje atmosférického aerosolu patří vysokoteplotní procesy, především spalování. Tuhé znečišťující látky, které jsou obsažené v emisích, mohou pocházet pouze z látek, které vstupují do spalovacího procesu a to je především způsobeno nedokonale spálenou hořlavinou, popelovinou. Dále může nastat vznik TZL obsahem tuhých příměsí ve spalovacím vzduchu, nebo uvolňováním částic ze samotného spalovacího zařízení (koroze).

Oxid siřičitý (SO₂)

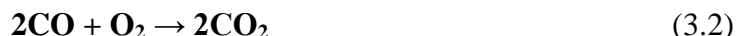
Je značně toxický pro rostliny, neboť reaguje s chlorofylem a narušuje tak fotosyntézu. V ovzduší pozvolna oxiduje se vzdušným kyslíkem, za přítomnosti vody na kyselinu sírovou, která je spolu s kyselinou siřičitou příčinou kyselých dešťů. Z hygienického hlediska jsou nejvyšší přípustné koncentrace oxidu siřičitého ve vzduchu v průběhu 24 hodin 0,15 μg/m³ a krátkodobě 0,5 μg/m³. Oxid siřičitý vzniká jako vedlejší produkt při spalování fosilních paliv s obsahem síry. Oxidace síry je exotermická reakce, a proto je síra považována jako součást hořlaviny v palivu. Pro ochranu přírodního prostředí je proto nezbytné odsiřování spalin u elektráren, používajících toto palivo, což vyžaduje zákon o ochraně ovzduší, protože tvorba SO₂ je dána složením paliva a jen málo ji lze ovlivnit vhodným řízením spalovacího procesu.

Oxid uhelnatý (CO)

Je to bezbarvý plyn bez chuti a zápachu, lehčí než vzduch, nedráždivý. V přírodě je přítomen v nepatrném množství v atmosféře, kde vzniká především fotolýzou oxidu uhličitého působením ultrafialového záření, jako produkt nedokonalého spalování fosilních paliv i biomasy. Je také obsažen v sopečných plynech. Připravuje se spalováním uhlíku s malým množstvím kyslíku:



V nepatrném množství vzniká i metabolickými procesy v živých organismech, a proto je obsažen ve stopových množstvích ve vydechovaném vzduchu z plic. S kyslíkem se prudce slučuje (hoří namodralým plamenem) na oxid uhličitý:



Oxid uhelnatý je značně jedovatý; jeho jedovatost je způsobena silnou afinitou k hemoglobinu (krevnímu barvivu), s nímž vytváří karboxyhemoglobin (COHb), čímž znemožňuje přenos kyslíku v podobě oxyhemoglobinu z plic do tkání. Vazba oxidu uhelnatého na hemoglobin je přibližně dvěstěkrát silnější než u kyslíku, a proto jeho odstranění z krve trvá mnoho hodin až dní. Příznaky otravy se objevují již při přeměně 10 % hemoglobinu na karboxyhemoglobin. Vzhledem k jedovatosti je jednou z významných znečišťujících látek.

CO vzniká zejména pokud:

- je teplota spalování příliš nízká, aby mohlo dojít k úplné oxidaci látek na oxid uhličitý
- čas hoření ve spalovací komoře je příliš krátký
- nebo není-li k dispozici dostatek kyslíku

Oxidy dusíku (NO_x)

Vznik oxidu dusíku je výrazně závislý na teplotě spalovacího procesu. Podle vzniku se rozděluje na tři druhy NO_x .

- termické
- palivové
- rychlé

Oxid dusnatý **NO** je bezbarvý plyn, velmi jedovatý, který při kontaktu s kyslíkem reaguje na oxid dusičitý. Ve vodě je velmi málo rozpustný a řadí se mezi inertní oxidy. Je to důležitý meziprodukt při výrobě kyseliny dusičné. Oxid dusnatý obsažený ve spalinách při vstupu do atmosféry reaguje z O_2 na mnohem jedovatější NO_2 .

Oxid dusičitý **NO₂** je hnědočervený, silně jedovatý plyn charakteristického zápachu, který za pokojové teploty dimeruje na **N₂O₄**, který je bezbarvý. Oxid dusičitý je posledním meziproduktem při výrobě kyseliny dusičné a snadno se rozpouští ve vodě za vzniku kyseliny dusité a kyseliny dusičné. Ve spalinách se podílí na celkovém množství NO_x jen 5 – 10%.

Těkavé organické sloučeniny (VOC - Volatile Organic Compounds)

Těkavé organické sloučeniny jsou těkavé chemické látky (mimo methanu), které je možno definovat jako sloučeniny uhlíku s výjimkou CO, CO₂, H₂CO₃, karbidů kovů, uhličitů kovů a uhličitanu amonného. Za těkavé látky označujeme takové látky, které vykazují tlak par vyšší než 133,3 Pa při 20°C, což zhruba odpovídá jejich teplotě varu pod 150°C. Jsou převážně bezbarvé, některé silně zapáchají (aromáty), jiné jsou bez zápachu. Látky VOC tvoří obecně následující chemické skupiny: alkoholy, aldehydy, alkany, aromáty, ketony a halogenované deriváty těchto látek. Některé jsou známé pod triviálními označeními ředidla, rozpouštědla. Vznikají hlavně při spalování fosilních paliv a to jak v mobilních (silniční doprava), tak ve stacionárních spalovacích zařízeních.

4 Bilancování emisí těchto znečišťujících látek (metodika)

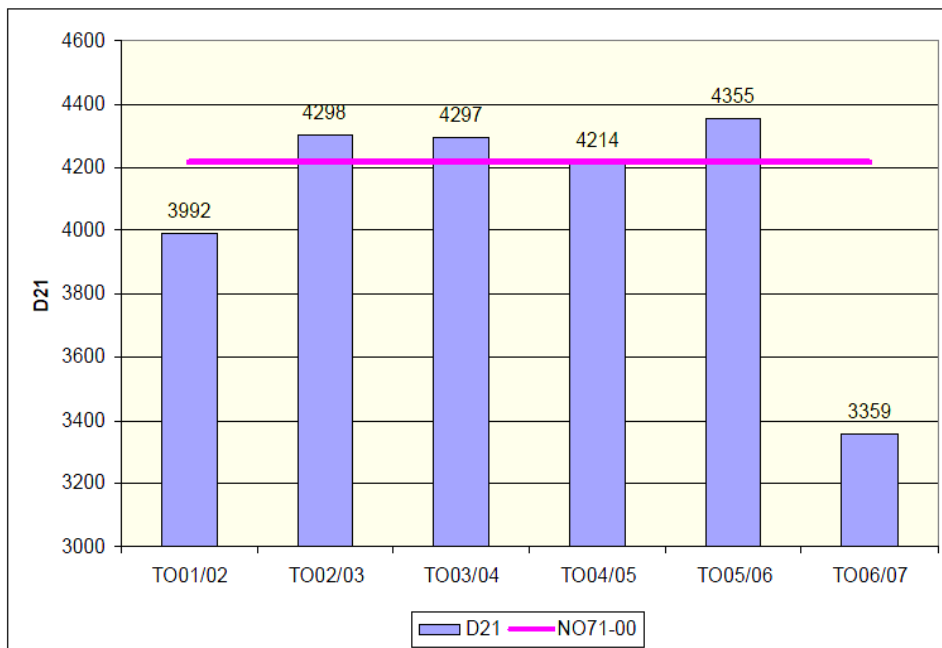
Základním podkladem pro určení výpočtu těchto znečišťujících látek jsou údaje ze sčítání lidu, domů a bytů provedeného v roce 2001 ČSU, které se dále zaměřují na způsob vytápění a energii používanou k vytápění trvale obydlených domů a bytů. Data obsahují také další informace, a to jakými způsoby jsou byty vytápěny a jaké druhy energie (paliva) se používá. Dále se zjišťovala průměrná celková plocha bytů, a to zvlášť pro rodinné domy, bytové a ostatní domy do 20 bytů v domě, které v případě vytápění domovní kotelnou patří do kategorie malých zdrojů. Tyto výchozí údaje jsou ČSU každoročně aktualizovány o počty nově postavených bytů, z údajů o počtu odběratelů a spotřebě zemního plynu a s údaji o počtu přípojek elektrického vytápění.

4.1 Postup výpočtu emisí znečišťujících látek ze spalování

4.1.1 Stanovení teplot topného období v denostupních

Základem celého výpočtu je teplota topného období, která je stanovena měsíci září až květen a vyjádřena pomocí tzv. denostupňů D_{21} , které jsou odvozeny ze středních denních teplot ze všech klimatologických a srážkoměrných stanic ČHMÚ. Hodnota D_{21} pro každou obec je pak odvozena jako lineární regrese denostupňů za topné období a její nadmořské výšky. Ve výpočtu je normalizována hodnotou D_{21} pro období teplotního normálu. Z této normalizované hodnoty je pak odvozeno množství potřebného tepla za topné období v dané lokalitě. Dále potom můžeme odvodit spotřebu paliva v dané lokalitě, ze kterého spočítáme pomocí emisních faktorů množství produkovaných základních znečišťujících látek z vytápění domácností.

Z analýzy teplot topných období za posledních 45 let vyplynulo, že klima ČR se postupně otepluje. Proto pro normalizaci hodnot D_{21} jednotlivých topných období byl zvolen teplotní normál za období 1971 až 2000, jehož hodnota $D_{21} = 4216$. V grafu na Obrázku 6 je znázorněna hodnota teplotního normálu k denostupňům za topné období 2001 – 2007. Dále z Obrázku 6 vyplývá, že topné sezóny 2002/2003 až 2005/2006 kolísaly v blízkosti normálu, sezóna 2001/2002 byla zřetelně teplejší a poslední topné období 2006/2007 bylo extrémně teplé, s rozdílem 1000 denostupňů oproti předcházejícímu období.

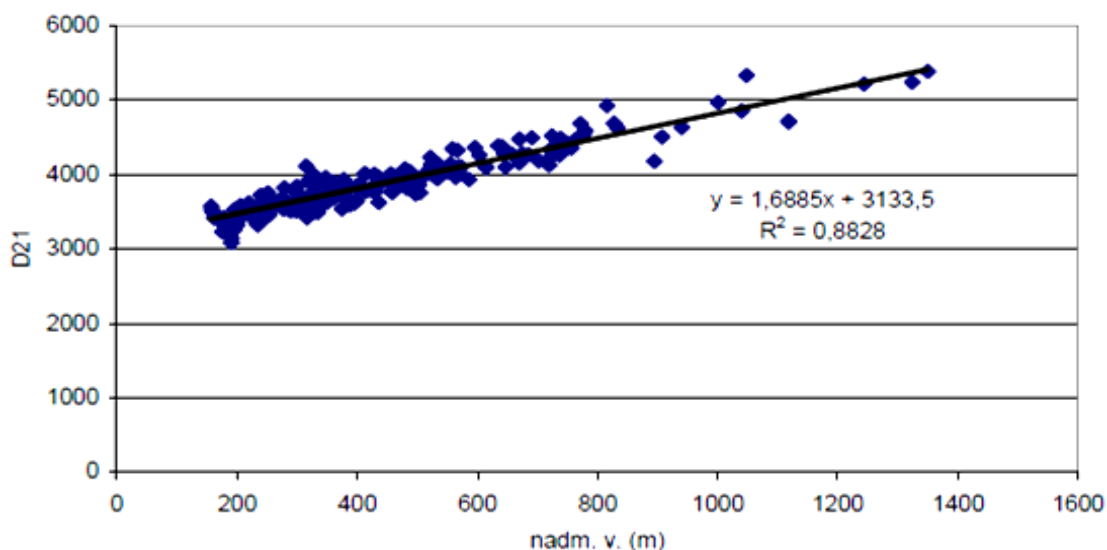


Obrázek 6 - Hodnoty denostupňů D_{21} za topné období 2001 – 2007 ve srovnání s hodnotou pro teplotní normál 1971 – 2000 (NO71-00) [2]

Pro upřesnění výpočtu potřeby tepla na byt za topné období byla nově použita metoda denostupňů (gradenů) za měsíce září až květen. Délka topného období je vyjádřena počtem dnů d se střední denní teplotou nižší nebo rovnající se $13\text{ }^{\circ}\text{C}$. Střední denní teplota vnějšího vzduchu t_{es} je průměrem denních teplot topného období. Pro lokální vytápění bytů (domácností) byla zvolena hodnota D_{21} , odpovídající střední denní teplotě vnitřního vzduchu v bytě $t_{is} 21\text{ }^{\circ}\text{C}$. Počet denostupňů se pak vypočte podle vztahu [1].

$$D_{21} = d \cdot (21 - t_{es}) \quad (4.1)$$

Závislost počtu denostupňů na nadmořské výšce lokality byla odvozena jako lineární regrese denostupňů za topné období a nadmořské výšky.



Obrázek 7 - Grafické znázornění lineární regrese denostupňů pro Českou Republiku ze 199 měřících stanic [1]

4.1.2 Potřebné množství tepla pro vytápění bytů [1]

Potřebné množství tepla Q_a se počítá zvlášť pro byty v rodinných domech, byty v bytových a ostatních domech, a to přes průměrnou celkovou plochu bytu a měrnou spotřebu tepla na m^2 plochy za rok. Hodnoty měrné potřeby tepla na m^2 se stále mění, protože dochází k postupnému zateplování starších budov. Pro rodinné domy tedy budeme počítat s hodnotou $q_m = 150 \text{ kWh} \cdot m^{-2} \cdot rok^{-1}$ a plochou $96,7 \text{ m}^2$, pro bytové a ostatní domy $q_m = 130 \text{ kWh} \cdot m^{-2} \cdot rok^{-1}$ a plochou $61,1 \text{ m}^2$.

$$Q_a = q_m \cdot P \cdot \frac{3,6}{1000} \cdot K_D \quad [GJ] \quad (4.2)$$

Q_a – roční potřeba tepla na byt

q_m – měrná spotřeba tepla v $\text{kWh}/m^2/\text{rok}$

P – průměrná celková plocha bytu v m^2

K_D – koeficient přepočtu denostupňů D_{21} k normovým klimatickým podmínkám

($K_D = D_{21}/3359$ – za topnou sezónu 2005/2006)

4.1.3 Výpočet spotřeby paliva a množství produkováného tepla

Průměrná roční spotřeba paliva na jeden byt byla vypočítána na základě odvozené roční potřeby tepla na jeden byt v dané lokalitě Q_a , průměrné výhřevnosti paliva Q_i a účinnosti spalovacího zařízení dle vzorce [1]:

$$Spot. \text{ paliva } / \text{ byt } = \frac{Q_a}{Q_i \cdot \eta} \quad t, \text{ tis. } m^3 = \frac{GJ}{\frac{GJ}{t} \cdot (-)} \quad (4.3)$$

Tabulka 1 - Průměrné jakostní parametry pevných paliv pro jednotlivé kraje v ČR [1]

Kraj	HUTR		
	Q_i [MJ/kg]	Ap [%]	Sp [%]
Hlavní město Praha	19.02	7.60	0.58
Středočeský	18.30	6.71	0.71
Jihočeský	18.34	6.73	0.73
Plzeňský + Karlovarský	17.48	7.13	0.54
Ústecký + Liberecký	18.41	6.83	0.79
Královehradecký + Pardubický	18.18	6.73	0.77
Vysočina + Zlínský + Jihomoravský	18.79	6.90	0.83
Olomoucký + Moravskoslezský	17.84	6.73	0.68

Tabulka 2 - Průměrné jakostní parametry pevných paliv pro jednotlivé kraje v ČR [1]

Kraj	CUTR		
	Q_i [MJ/kg]	Ap [%]	Sp [%]
Hlavní město Praha	23.35	11.07	0.32
Středočeský	23.87	12.84	0.36
Jihočeský	25.96	9.28	0.38
Plzeňský + Karlovarský	28.28	7.53	0.41
Ústecký + Liberecký	29.91	6.21	0.44
Královehradecký + Pardubický	19.02	7.02	0.43
Vysočina + Zlínský + Jihomoravský	30.40	6.12	0.45
Olomoucký + Moravskoslezský	30.30	6.75	0.47

Tabulka 3 - Průměrné jakostní parametry pevných paliv pro jednotlivé kraje v ČR [1]

Kraj	KOKS		
	Q _i [MJ/kg]	Ap [%]	Sp [%]
Hlavní město Praha	27.81	8.10	0.45
Středočeský	27.83	8.10	0.45
Jihočeský	27.79	8.10	0.45
Plzeňský + Karlovarský	27.82	8.10	0.45
Ústecký + Liberecký	27.81	8.10	0.45
Královehradecký + Pardubický	27.80	8.10	0.45
Vysočina + Zlínský + Jihomoravský	27.83	8.10	0.45
Olomoucký + Moravskoslezský	27.71	8.11	0.45

Tabulka 4 - Průměrná výhřevnost jednotlivých druhů paliv [8]

Palivo	Výhřevnost Q _i
DREV	14.6 [MJ/kg]
LTO	42.3 [MJ/kg]
PB	46 [MJ/m ³]
ZP	34.06 [MJ/m ³]

Tabulka 5 - Podíl jednotlivých druhů uhelných paliv v ČR pro rok 2001 [1]

Kraj	HUTR [%]	CUTR [%]	KOKS [%]
Hlavní město Praha	82.59	2.64	14.77
Středočeský	78.01	16.46	5.53
Jihočeský	90.90	5.47	3.63
Plzeňský + Karlovarský	95.41	0.88	3.71
Ústecký + Liberecký	97.24	0.43	2.33
Královehradecký + Pardubický	95.54	1.96	2.50
Vysočina + Zlínský + Jihomoravský	75.56	6.73	17.70
Olomoucký + Moravskoslezský	22.73	33.31	43.96

Ve většině krajů při vytápění domácností výrazně převládá hnědé uhlí. Specifický je Moravskoslezský kraj, kde značně převládá černé uhlí a koks. Vzhledem ke stále se zvyšující účinnosti nových spalovacích zařízení bylo do výpočtu zahrnuto doporučení pro zvyšování hodnot účinnosti spalovacích zařízení pro jednotlivé druhy paliv.

Tabulka 6 - Účinnosti spalovacích zařízení podle druhů paliv v letech 2002 – 2010 [2]

Palivo	Rok								
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
HUTR	72.0%	72.5%	72.9%	73.4%	73.9%	74.4%	74.8%	75.3%	75.8%
CUTR	76.0%	76.2%	76.6%	76.9%	77.3%	77.6%	77.9%	78.3%	78.6%
KOKS	80.0%	80.3%	80.5%	80.7%	80.9%	81.1%	81.3%	81.5%	81.7%
DREV	70.0%	70.4%	71.0%	71.5%	72.1%	72.6%	73.1%	73.6%	74.2%
LTO	87.0%	87.2%	87.3%	87.5%	87.7%	87.9%	88.0%	88.2%	88.4%
PB	87.0%	87.2%	87.3%	87.5%	87.7%	87.9%	88.0%	88.2%	88.4%
ZP	92.0%	92.4%	92.6%	92.9%	93.1%	93.4%	93.7%	94.0%	94.2%

Roční spotřeba paliv v obci byla vypočtena jako součin počtu bytů vytápěných daným typem paliva a průměrné spotřeby paliva na byt, v případě uhelných pevných paliv navíc ještě násobeno podílem druhu tohoto paliv.

Tabulka 7 - Vypočtená roční spotřeba paliv v tunách a tisících m³ (ZP) za topnou sezónu 2005/2006 v ČR [1] [2]

Kraj	HUTR	CUTR	KOKS	DREV	ZP	LTO	PB
Hl.m. Praha	24 039	593	2 645	3 977	176 618	544	525
Středočeský	314 828	51 253	13 738	71 946	132 946	1 544	2 855
Jihočeský	154 694	7 189	3 803	108 560	61 322	425	988
Plzeňský	141 011	1 001	3 372	60 999	76 471	377	622
Karlovarský	50 159	0	0	15 577	33 232	331	374
Ústecký	115 577	394	1 703	28 545	91 390	458	471
Liberecký	97 874	637	1 476	31 564	53 750	587	567
Královéhradecký	133 477	2 110	2 150	41 604	73 066	378	588
Pardubický	109 782	1 734	1 768	48 130	89 743	65	444
Vysočina	114 453	5 793	9 850	72 180	90 166	119	365
Jihomoravský	44 254	3 043	6 382	50 465	275 450	72	314
Olomoucký	21 326	17 574	18 939	60 292	121 996	39	188
Zlínský	31 243	8 286	10 550	58 827	118 854	29	132
Moravskoslezský	31 518	35 650	37 522	56 353	186 498	149	443
ČR celkem	1 384 234	135 256	113 898	709 021	1 581 502	5 117	8 876

Množství produkovaného tepla za jednu topnou sezonu bylo kalkulováno pro každé palivo na základě jeho vypočítané roční spotřeby, průměrné výhřevnosti a účinnosti spalovacího zařízení.

Tabulka 8 - Množství produkovaného tepla v GJ za topnou sezónu 2005/2006 v ČR [1]

Kraj	HUTR	CUTR	KOKS	DREV	ZP	LTO	PB
Hl.m. Praha	329 183	10 522	58 848	35 217	5 534 367	18 424	19 805
Středočeský	4 148 667	929 836	305 820	637 084	4 165 900	52 253	107 699
Jihočeský	2 042 453	141 814	84 556	961 300	1 921 551	14 379	37 263
Plzeňský	1 774 924	21 518	75 050	540 153	2 396 238	12 746	23 468
Karlovarský	631 360	0	0	137 938	1 041 342	11 200	14 093
Ústecký	1 454 786	8 475	37 912	252 771	2 863 716	15 509	17 758
Liberecký	1 231 953	13 679	32 849	279 498	1 684 256	19 856	21 393
Královéhradecký	1 680 093	45 332	47 850	368 399	2 289 538	12 776	22 183
Pardubický	1 381 836	37 284	39 355	426 188	2 812 114	2 203	16 760
Vysočina	1 440 638	124 494	219 224	639 157	2 825 347	4 016	13 772
Jihomoravský	557 040	65 402	142 020	446 867	8 631 278	2 425	11 847
Olomoucký	268 429	377 697	421 518	533 885	3 822 761	1 315	7 085
Zlínský	393 262	178 092	234 813	520 913	3 724 326	977	4 987
Moravskoslezský	396 718	766 180	835 089	499 003	5 843 934	5 040	16 711
ČR celkem	17 731 341	2 720 326	2 534 904	6 278 373	49 556 668	173 119	334 824
Podíl ze všech paliv	22.4%	3.4%	3.2%	7.9%	62.5%	0.2%	0.4%
Podíl z pevných paliv	60.6%	9.3%	8.7%	21.5%			

4.1.4 Výpočet množství emisí ze spalování

Emisní faktor je střední měrná výrobní emise dané znečišťující látky typická pro určitou skupinu emisních zdrojů a představuje poměr hmotnosti do ovzduší přecházející znečišťující látky ke vztažné veličině, kterou u spalovacích zdrojů je hmotnost paliva u tuhých a kapalných paliv, nebo objem paliva u plyných paliv. (např. kilogram vyprodukovaných částic při spálení jedné tuny fosilního paliva). Emisní faktory se stanovují buď měřením na zdrojích daného typu, nebo výpočtem v případech, kde lze aplikovat tzv. bilanční metodu. Typickým případem aplikace bilanční metody je stanovení emisních faktorů TZL a SO₂ při spalování tuhých paliv, kde výchozí veličinou je obsah popela, resp. obsah síry v původním palivu.

Pro každé palivo bylo vypočítáno množství pěti základních emisí (TZL, SO₂, NO_x, CO, VOC) na základě emisních faktorů podle vyhlášky č. 352/2002 Sb. pro nejvyšší tepelný výkon topenišť a pro pevný rošt v případě PP, a průměrných jakostních parametrů pevných paliv pro jednotlivé kraje.

Tabulka 9 - Tabulka emisních faktorů pro jednotlivá paliva [2]

Palivo	TZL	SO ₂	NO _x	CO	VOC
HUTR	1.Ap	19.Sp	3	45	8.9
CUTR	1.Ap	19.Sp	1.5	45	8.9
KOKS	1.Ap	19.Sp	1.5	45	8.9
DREV	5.2	1	3	1	0.89
LTO	2.13	20.S	10	0.59	0.34
PB	0.45	0.004	2.4	0.46	0.09
ZP	20	9.6	1600	320	64

Jednotky: kg/t spáleného tuhého a kapalného paliva

kg/10⁶ m³ spáleného plynu (ZP)

Ap – obsah popela v původním vzorku tuhých paliv [%_{hm}]

Sp – obsah síry v původním vzorku tuhých paliv [%_{hm}]

S - obsah síry v původním vzorku kapalného paliva [%_{hm}]

4.1.5 Příklad výpočtu emisí znečišťujících látek na základě emisních faktorů

Množství emisí základních znečišťujících látek se vypočte jako součin spotřebovaného paliva a emisního faktoru za danou topnou sezónu. U uhelných paliv je emisní faktor závislý na množství popela obsaženého v palivu.

Tabulka 10 - Příklad výpočtů emisí pro tuhé znečišťující látky (TZL)

	Hlavní město Praha - topná sezóna 2005/2006			
	Množství spáleného paliva [t/rok]	Emisní faktor paliv [kg/t _{paliva}] a [kg/10 ⁶ m ³]	Obsah popela u tuhých paliv Ap [%]	TZL [t/rok]
HUTR	24 039	1.Ap	7.60	183.0
CUTR	593	1.Ap	11.07	7.0
KOKS	2 645	1.Ap	8.10	22.0
DREV	3 977	5.2		21.0
ZP	176 618	20		0.0
LTO	544	2.13		1.5
PB	525	0.45		0.5
Celkem				235.0

Tabulka 11 - Vypočtené množství emisí (v t/rok) pro jednotlivé kraje a celkové emise v ČR z vytápění domácností za topnou sezónu 2005/2006 [1] [2]

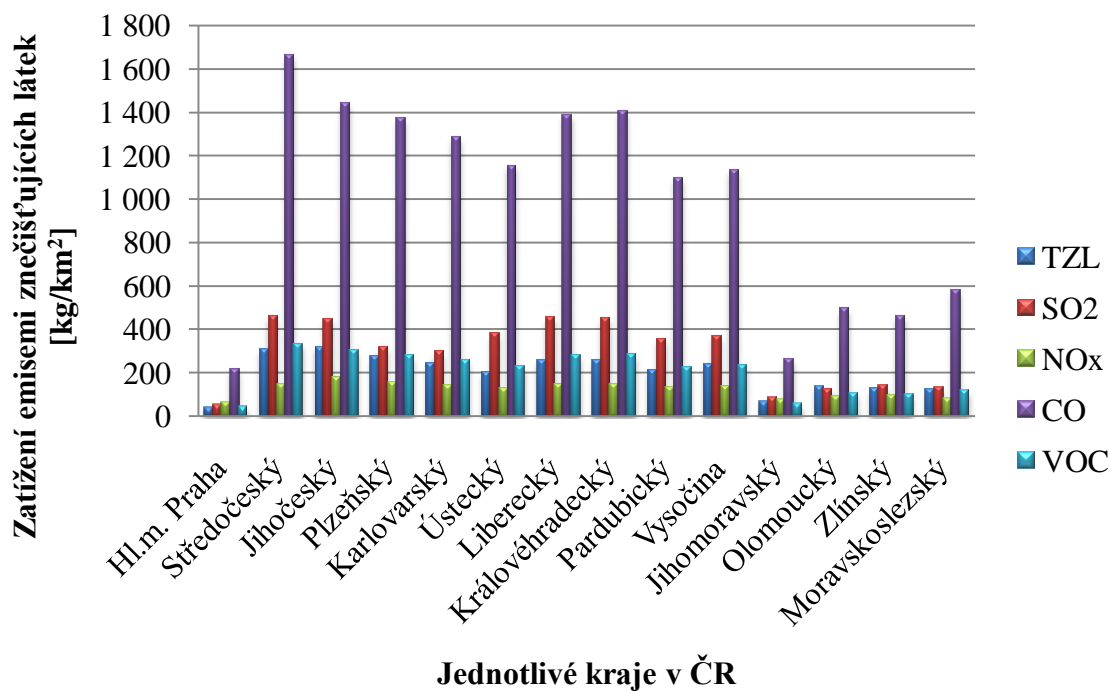
Kraj	TZL	SO ₂	NO _x	CO	VOC
Hl.m. Praha	235	301	378	1289	258
Středočeský	3144	4754	1484	17219	3421
Jihočeský	1662	2324	914	7507	1571
Plzeňský	1324	1547	739	6638	1345
Karlovarský	448	547	257	2356	472
Ústecký	947	1762	585	5358	1069
Liberecký	841	1499	480	4554	915
Královéhradecký	1151	2018	648	6270	1258
Pardubický	1007	1672	623	5182	1051
Vysočina	1242	1921	726	5967	1223
Jihomoravský	626	831	745	2562	540
Olomoucký	743	675	498	2678	577
Zlínský	650	702	492	2331	508
Moravskoslezský	1045	1101	675	4836	989
ČR celkem	15065	21652	9242	74747	15197

Tabulka 12 - Zatížení jednotlivých krajů emisemi (v kg/km²) z vytápění domácností za TS 2005/2006 v ČR [2]

Kraj	TZL	SO ₂	NO _x	CO	VOC
Hl.m. Praha	473	608	763	2598	521
Středočeský	285	431	135	1563	310
Jihočeský	165	231	91	747	156
Plzeňský	175	205	98	878	178
Karlovarský	135	165	77	711	142
Ústecký	177	330	110	1004	201
Liberecký	266	474	152	1440	289
Královéhradecký	242	424	136	1318	265
Pardubický	223	370	138	1147	232
Vysočina	180	277	105	862	177
Jihomoravský	89	118	105	362	77
Olomoucký	144	131	97	521	112
Zlínský	164	177	124	588	128
Moravskoslezský	188	198	122	870	178
ČR celkem	208	296	161	1043	212

Nejvíce zatížený kraj znečišťujícími látkami je ve všech ohledech Hlavní město Praha (velmi vysoký stupeň urbanizace na velmi malé plošné rozloze). Další silně zatížené kraje jsou Středočeský, Liberecký a Královéhradecký kraj. Nejméně zatížené kraje jsou Jihomoravský, Olomoucký a Zlínský, je to způsobeno vysokým stupněm plynofikace. Také Karlovarský kraj vykazuje menší zatížení emisemi znečišťujících látek.

Tento stav je způsoben vysokým podílem dálkově a elektřinou vytápěných bytů a nízkou hustotou osídlení kraje.



Obrázek 8 - Měrné výrobní emise z vytápění domácností pro jednotlivé kraje za 2005/2006 v ČR

TS



Obrázek 9 - Zatížení jednotlivých krajů emisemi znečišťující látky CO za TS 2005/2006



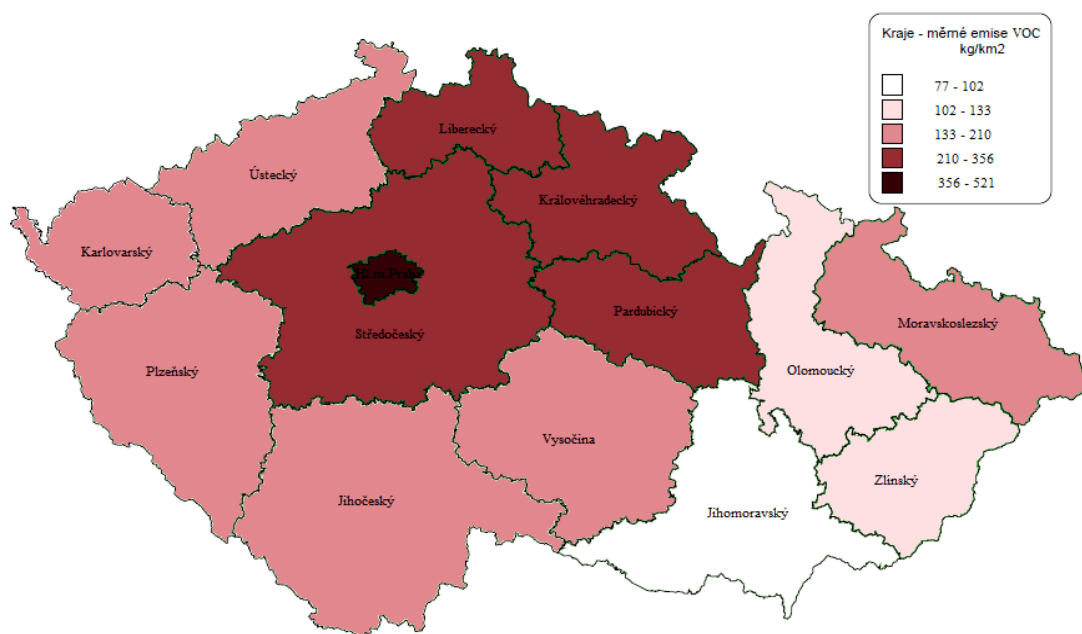
Obrázek 10 - Zatížení jednotlivých krajů emisemi znečišťující látky SO₂ za TS 2005/2006



Obrázek 11 Zatížení jednotlivých krajů emisemi tuhých znečišťujících látek za TS 2005/2006



Obrázek 12 - Zatížení jednotlivých krajů emisemi znečišťujících látek NO_x za TS
2005/2006



Obrázek 13 - Zatížení jednotlivých krajů emisemi znečišťujících látek VOC za TS
2005/2006

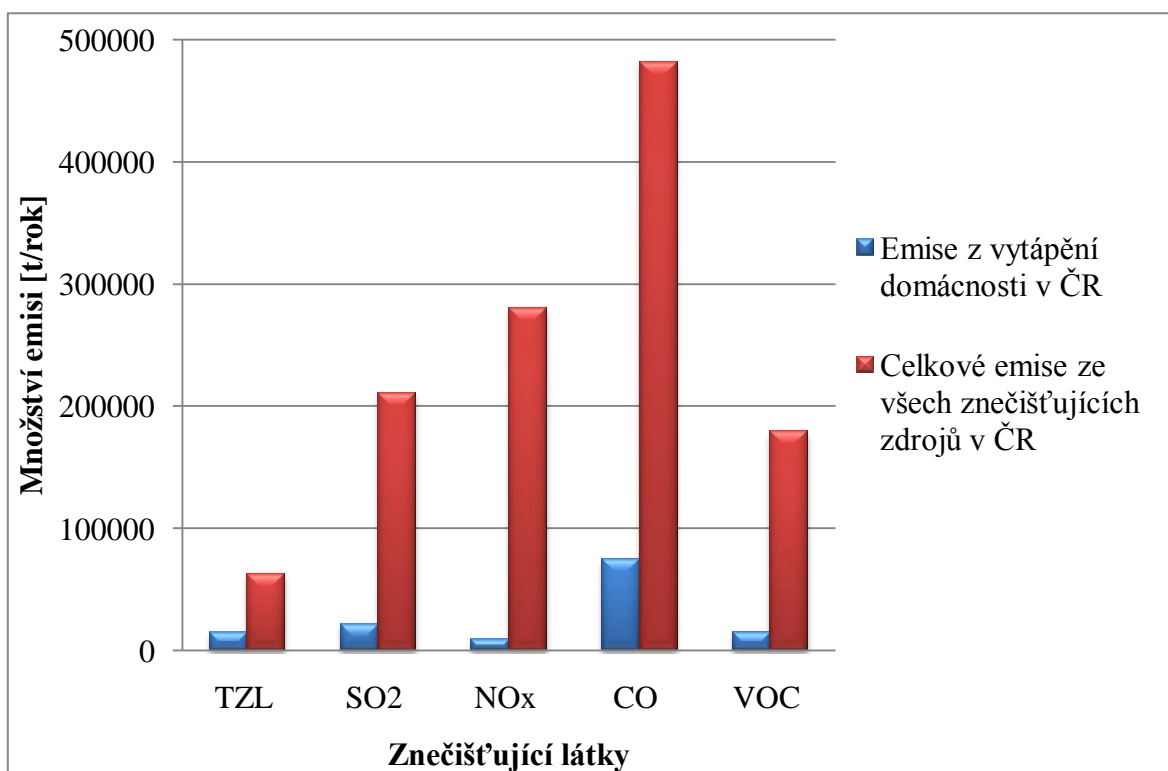
Tabulka 13 - Měrné výrobní emise z vytápění domácností (v g/GJ), pro jednotlivé kraje, za topnou sezónu 2005/2006 v ČR

Kraj	TZL	SO ₂	NO _x	CO	VOC
Hl.m. Praha	39	50	63	215	43
Středočeský	304	459	143	1 664	331
Jihočeský	319	447	176	1 443	302
Plzeňský	273	319	153	1 370	278
Karlovarský	244	298	140	1 283	257
Ústecký	204	379	126	1 152	230
Liberecký	256	456	146	1 387	279
Královéhradecký	258	452	145	1 404	282
Pardubický	214	354	132	1 099	223
Vysočina	236	365	138	1 133	232
Jihomoravský	64	84	76	260	55
Olomoucký	137	124	92	493	106
Zlínský	129	139	97	461	100
Moravskoslezský	125	132	81	578	118

5 Podíl emisí základních znečišťujících látek z vytápění domácností na celkovém množství emisí ze všech významných zdrojů znečištění

Tabulka 14 - Celkové množství emisí ze všech významných zdrojů znečišťování
REZZO 1 – 4 za TS 05/06 v ČR [5]

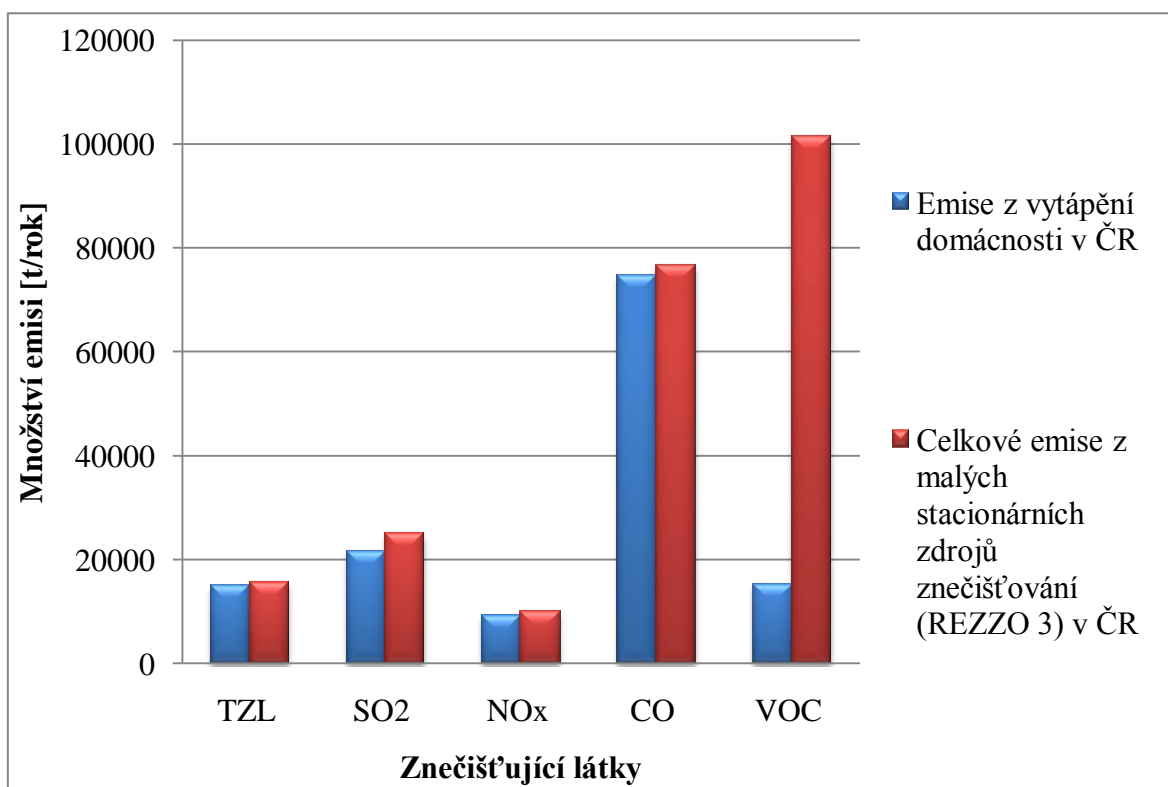
Kraj	TZL		SO ₂		NO _x		CO		VOC	
	[t/rok]	%	[t/rok]	%	[t/rok]	%	[t/rok]	%	[t/rok]	%
Hl.m. Praha	2 359,6	3,70	2 280,3	1,10	9 521,0	3,40	22 405,7	4,70	15 072,2	8,40
Středočeský	10 837,4	17,20	23 333,7	11,10	40 494,5	14,50	64 715,0	13,40	25 860,9	14,50
Jihočeský	5 034,1	8,00	10 203,7	4,80	13 840,8	5,00	27 652,3	5,70	12 307,5	6,90
Plzeňský	4 657,4	7,40	10 977,0	5,20	14 737,7	5,30	24 966,7	5,20	10 507,2	5,90
Karlovarský	2 327,5	3,70	16 965,4	8,00	12 013,4	4,30	10 097,8	2,10	5 251,8	2,90
Ústecký	5 516,6	8,70	71 620,5	34,00	70 386,0	25,10	27 699,7	5,80	15 821,6	8,80
Liberecký	2 033,8	3,20	3 469,9	1,60	5 137,4	1,80	12 653,9	2,60	6 758,3	3,80
Královéhradecký	3 443,5	5,40	8 172,4	3,90	9 546,4	3,40	20 131,6	4,20	9 876,4	5,50
Pardubický	3 380,2	5,30	14 022,1	6,70	18 488,9	6,60	18 487,1	3,80	8 652,2	4,80
Vysočina	5 161,0	8,20	2 963,2	1,40	14 394,4	5,10	26 131,3	5,40	10 987,3	6,10
Jihomoravský	4 912,2	7,80	4 243,6	2,00	19 093,2	6,80	34 432,7	7,20	18 148,1	10,20
Olomoucký	3 498,6	5,50	5 954,3	2,80	12 098,2	4,30	20 951,3	4,40	10 155,2	5,70
Zlínský	2 272,5	3,60	7 001,5	3,30	8 340,0	3,00	15 000,5	3,10	10 665,2	6,00
Moravskoslezský	7 759,8	12,30	29 623,4	14,10	32 029,4	11,40	155 953,8	32,40	18 743,7	10,50
Celkem	63 194,3	100,00	210 831,0	100,00	280 121,3	100,00	481 279,4	100,00	178 807,6	100,00



Obrázek 14 - Podíl emisí základních znečišťujících látek z vytápění domácností na celkovém množství emisí ze všech významných zdrojů znečišťování za TS 2005/2006 v ČR

Tabulka 15 - Celkové množství emisí (v t/rok) základních znečišťujících látek z malých stacionárních zdrojů znečišťování (REZZO 3) za TS 2005/2006 v ČR [6]

Kraj	TZL	SO ₂	NO _x	CO	VOC
Hl.m. Praha	258	437	425	1 506	10 229
Středočeský	2 969	5 507	1 630	16 930	13 221
Jihočeský	1 726	2 707	940	7 531	6 830
Plzeňský	1 360	1 951	753	6 467	5 956
Karlovarský	471	662	263	2 325	3 016
Ústecký	998	1 913	617	5 485	7 985
Liberecký	875	1 621	509	4 687	4 550
Královéhradecký	1 245	2 162	706	6 697	5 947
Pardubický	1 037	1 619	651	5 157	5 297
Vysočina	1 305	1 984	788	6 091	5 532
Jihomoravský	644	785	808	2 441	9 983
Olomoucký	830	1 127	622	3 325	6 049
Zlínský	731	994	569	2 638	5 494
Moravskoslezský	1 183	1 510	780	5 277	11 525
Celkem	15 631	24 979	10 061	76 558	101 614

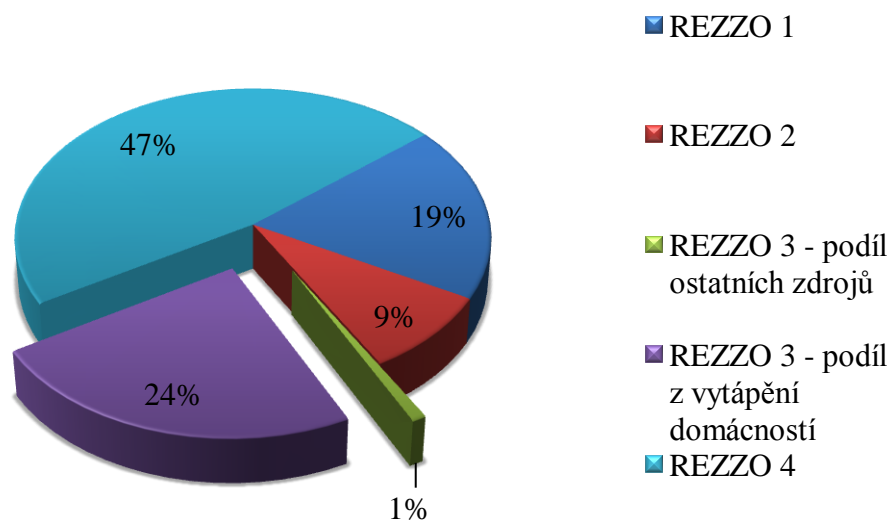


Obrázek 15 - Podíl emisí základních znečišťujících látek z vytápění domácností na celkovém množství emisí z malých stacionárních zdrojů znečišťování za TS 2005/2006 v ČR

Emisní bilance VOC není prováděna pouze z podkladů REZZO 1–4, ale zahrnuje také bilanci emisí z používání rozpouštědel a nátěrových hmot u zdrojů, které nejsou v REZZO sledovány (venkovní použití, spotřeba v domácnostech, apod.). Tyto emise, zahrnuté do kategorie REZZO 3, byly odborným odhadem rozpočteny do jednotlivých krajů.

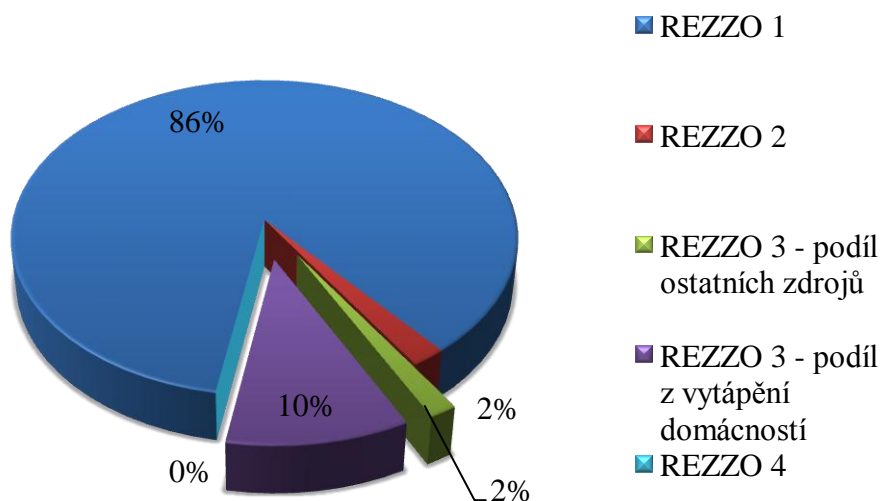
5.1 Podíl jednotlivých znečišťujících látek z vytápění domácností na celkovém znečištění ovzduší ze všech zdrojů REZZO 1 – 4

Ze všech zdrojů znečištění se podílí právě REZZO 4 nejvíce na vzniku TZL. Je to hlavně způsobeno nárůstem dopravních prostředků. K datům o emisích TZL z výfukových plynů se již standardně připočítávají také emise z otěrů pneumatik, brzd a vozovek vypočítávané z dopravních výkonů (v roce 2006 ve výši cca 20 tisíc tun). Druhým největším zdrojem znečištění jsou právě domácnosti. Příčinou je hlavně používání nevhodného nebo zastaralého spalovacího zařízení a také spalování nekvalitního paliva.



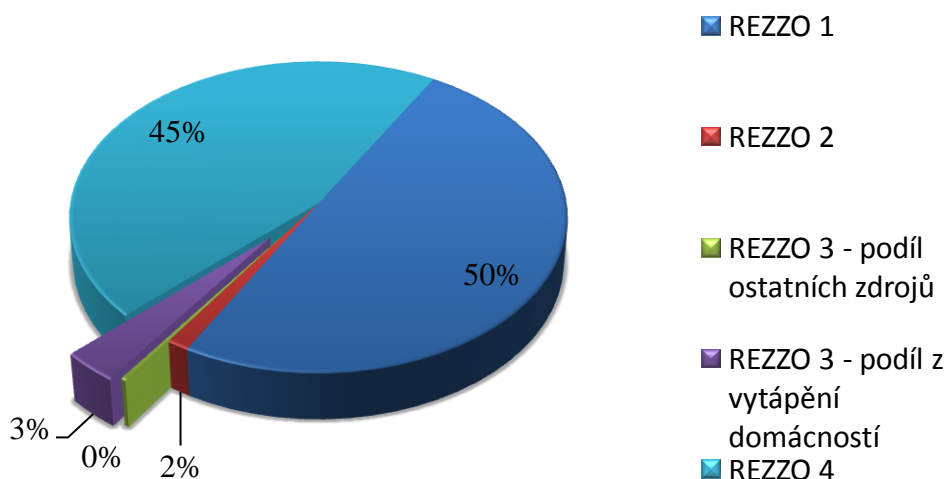
Obrázek 16 - Podíl TZL z jednotlivých zdrojů znečištění REZZO v ČR za TS 2005/2006

Emise SO_2 jednoznačně pocházejí z velkých a zvláště velkých spalovacích zdrojů znečištění REZZO 1 (odvětví veřejné a průmyslové energetiky). Na druhé straně dochází k určitému nárůstu emisí SO_2 z odvětví vytápění domácností, který může být způsoben postupným návratem ke spalování tuhých fosilních paliv, a to z důvodů nárůstu cen za ekologičtější paliva.



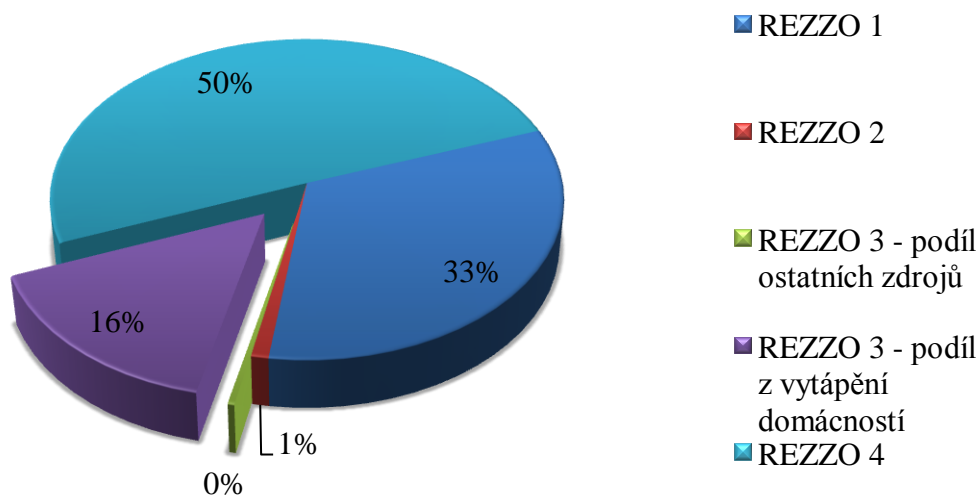
Obrázek 17 - Podíl SO_2 z jednotlivých zdrojů znečištění REZZO v ČR za TS 2005/2006

Oxidy dusíku vznikají převážně ze zdrojů znečištění REZZO 1 a REZZO 4. Tento velký podíl emisí znečišťujících látek NO_x u sektoru REZZO 4 je opět způsoben zvyšujícím se dopravním zatížením na území České Republiky. Sektor REZZO 2 a REZZO 3 včetně vytápění domácností se na produkci NO_x téměř nepodílí.



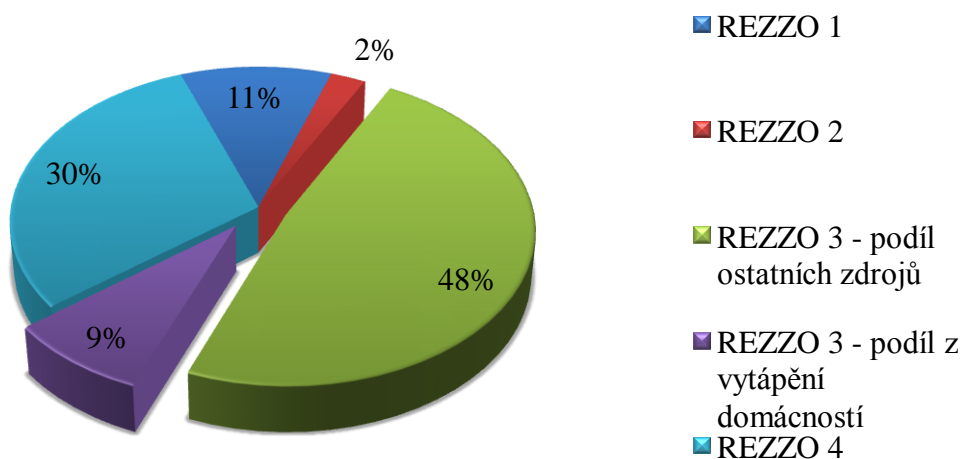
Obrázek 18 - Podíl NO_x z jednotlivých zdrojů znečištění REZZO v ČR za TS 2005/2006

Oxid uhličitý je jednoznačně nejvíce produkována znečišťující látka. Tento fakt je způsoben tím, že každé palivo obsahuje nejvíce uhlíku, jako hořlaviny. Při dokonalém spalování je výsledným prvkem oxid uhličitý ($\text{C} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2$), který nespadá do kategorie znečišťujících látek, ale podílí se na vzniku skleníkového efektu. Na vzniku znečišťující látky CO se opět výrazně podílí sektor REZZO 4. Dále následuje sektor REZZO 1 a v poslední řadě se na vzniku podílí i sektor vytápění domácností, který tvoří 16 % z celkových emisí této látky.



Obrázek 19 - Podíl CO z jednotlivých zdrojů znečištění REZZO v ČR za TS 2005/2006

Na tvorbě škodlivých látek VOC se opět významně podílí odvětví dopravy, čili REZZO 4. Největším podílníkem na tvorbě znečišťujících látek VOC je REZZO 3, a to z ostatních zdrojů. Toto množství je zapříčiněno tím, že sektor REZZO 3 zahrnuje bilanci emisí z používání rozpouštědel, nátěrových hmot a dalších chemických produktů a jsou zahrnovány do kategorie REZZO 3.

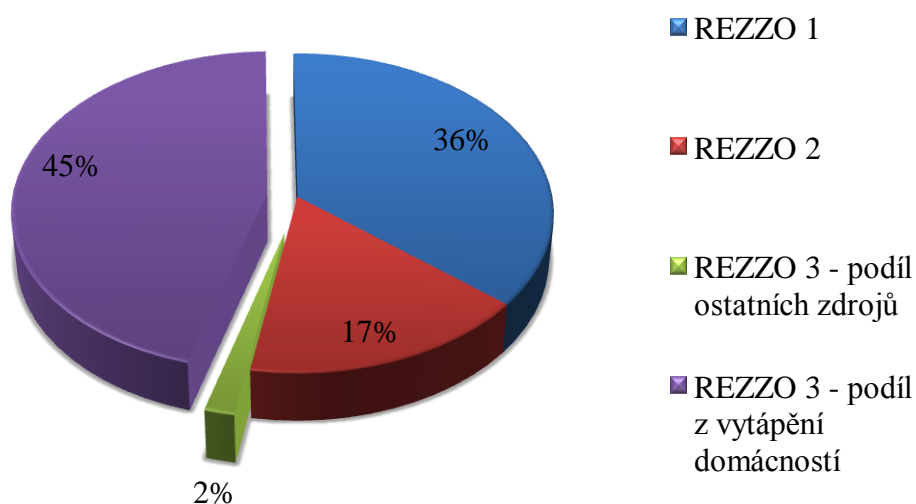


Obrázek 20 - Podíl VOC z jednotlivých zdrojů znečištění REZZO v ČR za TS 2005/2006

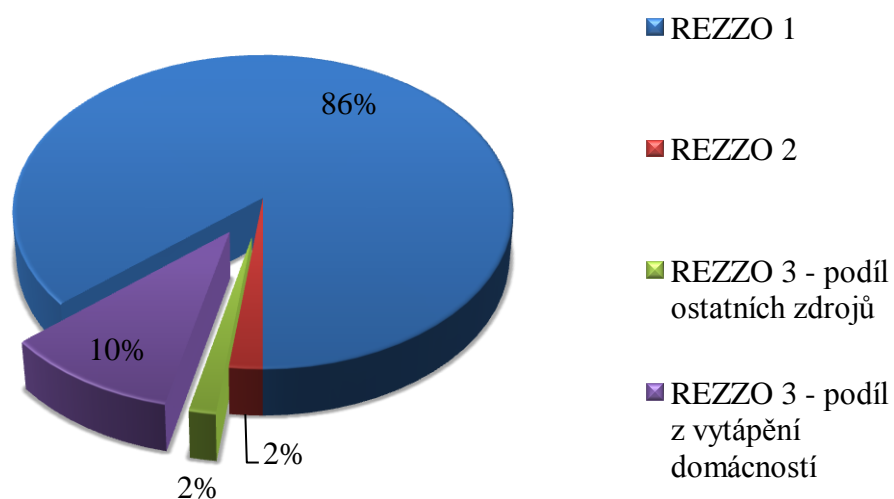
5.2 Podíl jednotlivých znečišťujících látek z vytápění domácností ze stacionárních zdrojů REZZO 1 - 3

Tabulka 16 - Celkové množství emisí základních znečišťujících látek ze všech stacionárních zdrojů znečišťování REZZO 1 - 3 za TS 2005/2006 v ČR [7]

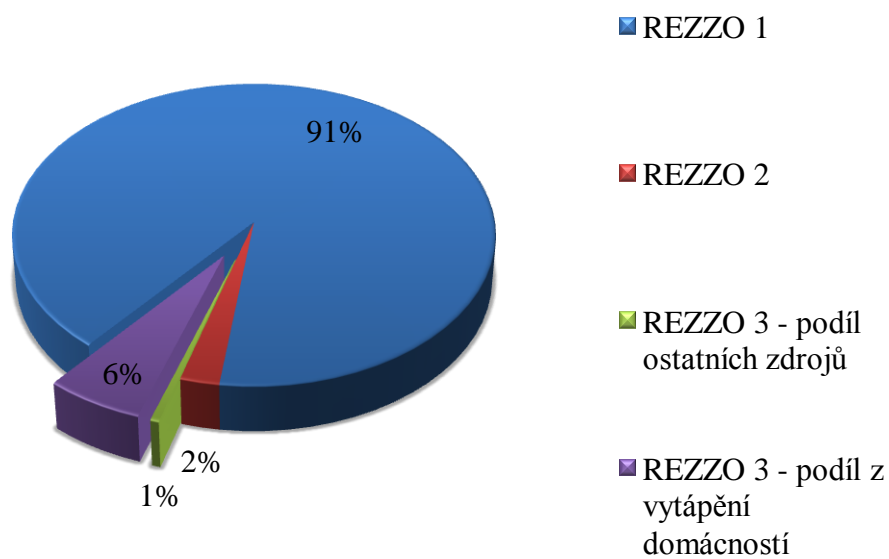
Kraj	TZL	SO ₂	NO _x	CO	VOC
	[t/rok]				
Hl.m. Praha	640	2 228	3 541	2 417	11 164
Středočeský	4 967	23 221	16 272	21 889	17 072
Jihočeský	2 992	10 162	3 904	8 991	7 553
Plzeňský	2 349	10 934	4 969	8 182	6 916
Karlovarský	1 578	16 950	9 103	3 629	3 666
Ústecký	3 701	71 584	62 852	13 181	12 615
Liberecký	1 148	3 451	1 788	5 345	5 204
Královéhradecký	1 891	8 141	2 528	7 776	7 257
Pardubický	1 875	13 993	11 573	7 058	6 253
Vysočina	2 470	2 914	2 472	6 984	6 920
Jihomoravský	1 374	4 174	4 024	5 511	11 228
Olomoucký	1 575	5 917	3 723	6 317	6 952
Zlínský	994	6 975	3 015	4 099	8 095
Moravskoslezský	5 678	29 579	23 578	137 471	14 405
Celkem	33 231	210 223	153 342	238 849	125 298



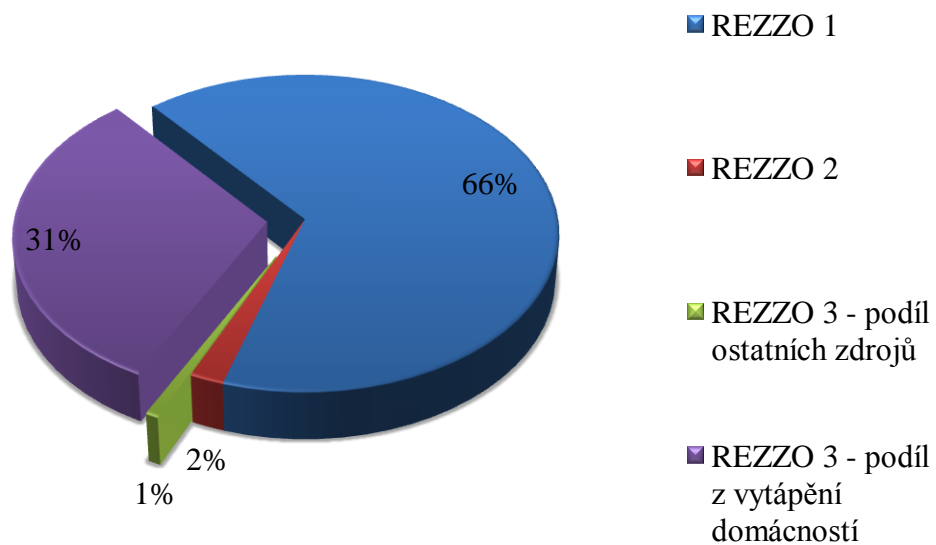
Obrázek 21 - Podíl TZL ze stacionárních zdrojů znečištění REZZO 1 – 3 za TS 2005/2006 v ČR



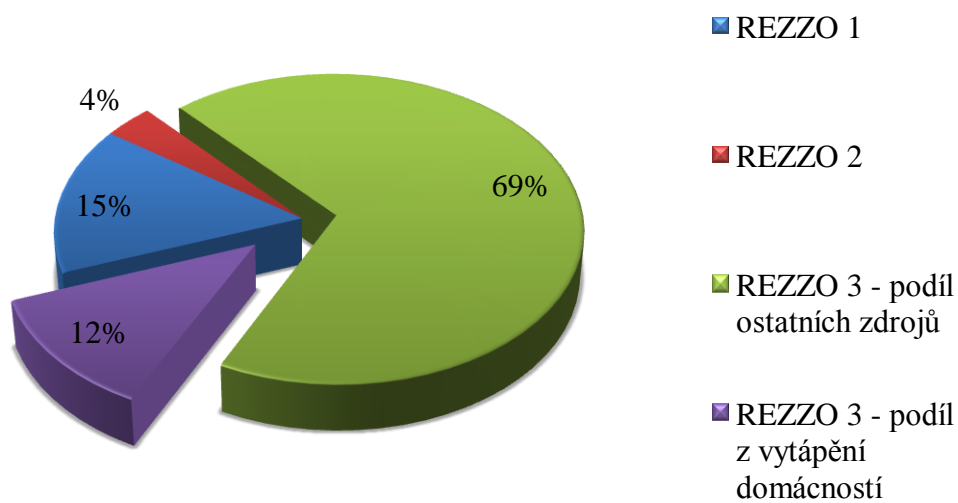
Obrázek 22 - Podíl SO_2 ze stacionárních zdrojů znečištění REZZO 1 – 3 za TS 2005/2006 v ČR



Obrázek 23 - Podíl NO_x ze stacionárních zdrojů znečištění REZZO 1 – 3 za TS 2005/2006 v ČR



Obrázek 24 - Podíl CO ze stacionárních zdrojů znečištění REZZO 1 – 3 za TS 2005/2006 v ČR



Obrázek 25 - Podíl VOC ze stacionárních zdrojů znečištění REZZO 1 – 3 za TS 2005/2006 v ČR

6 Podíl emisí základních znečišťujících látek z vytápění domácností na celkovém množství emisí ze všech významných zdrojů znečišťování pro vybrané státy Evropské unie

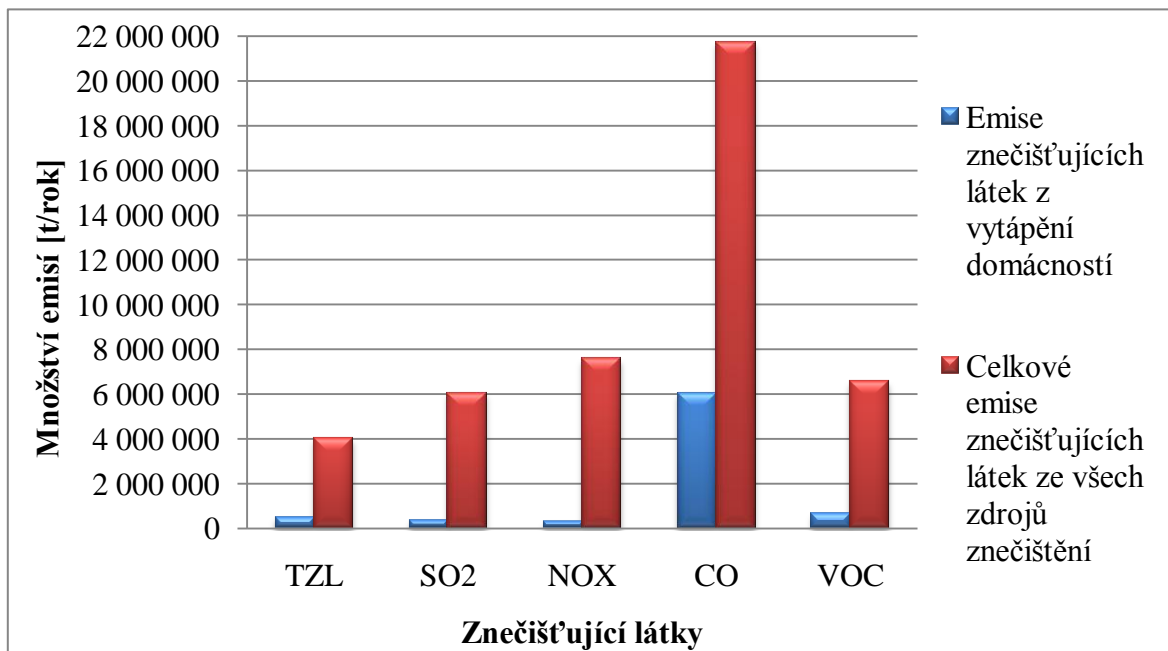
Tabulka 17 - Celkové množství emisí ze všech významných zdrojů znečišťování pro vybrané státy EU pro rok 2006 [9]

Země EU	TZL	SO ₂	NO _x	CO	VOC
	[t/rok]				
Rakousko	76 986	28 943	227 457	838 794	186 700
Belgie	90 350	134 390	268 280	817 449	149 351
Bulharsko	784 597	877 288	245 941	784 597	159 188
Česká Republika	63 194	210 831	280 121	481 279	178 808
Estonsko	30 160	7 098	30 800	14 874	3 416
Finsko	85 826	85 149	192 797	509 603	132 579
Francie	1 159 221	453 200	1 397 473	5 133 503	1 306 056
Německo	265 247	513 910	1 353 923	3 774 947	1 297 115
Maďarsko	82 911	118 187	207 757	568 812	176 619
Lotyšsko	15 520	3 777	44 283	312 946	60 422
Litva	14 647	42 864	61 370	199 790	77 932
Polsko	458 060	1 222 036	920 928	2 804 116	929 391
Portugalsko	330 141	175 106	244 616	617 511	284 796
Rumunsko	206 045	862 567	326 482	1 417 230	353 398
Slovensko	54 151	87 751	86 576	289 805	75 072
Slovinsko	21 248	17 923	46 831	109 240	41 272
Španělsko	246 435	1 159 956	1 465 074	2 529 113	973 414
Švédsko	49 410	36 535	170 384	548 105	176 682
Celkem	4 034 149	6 037 511	7 571 093	21 751 714	6 562 211

Mezi jednotlivými státy je mnohdy značný rozdíl v produkci emisí základních znečišťujících látek. Tento rozdíl je způsoben průmyslovou vyspělostí dané země, její rozlohou, počtem obyvatel, technologií zařízení a také klimatickými podmínkami, ve kterých se nachází. Výhodu mají přímořské státy a státy s velkým množstvím vodních toků, které mohou využívat k výrobě energie obnovitelné zdroje, čím snižují produkci znečišťujících látek na svém území.

Tabulka 18 - Množství emisí znečišťujících látek z vytápění domácností pro vybrané státy EU pro rok 2006 [9]

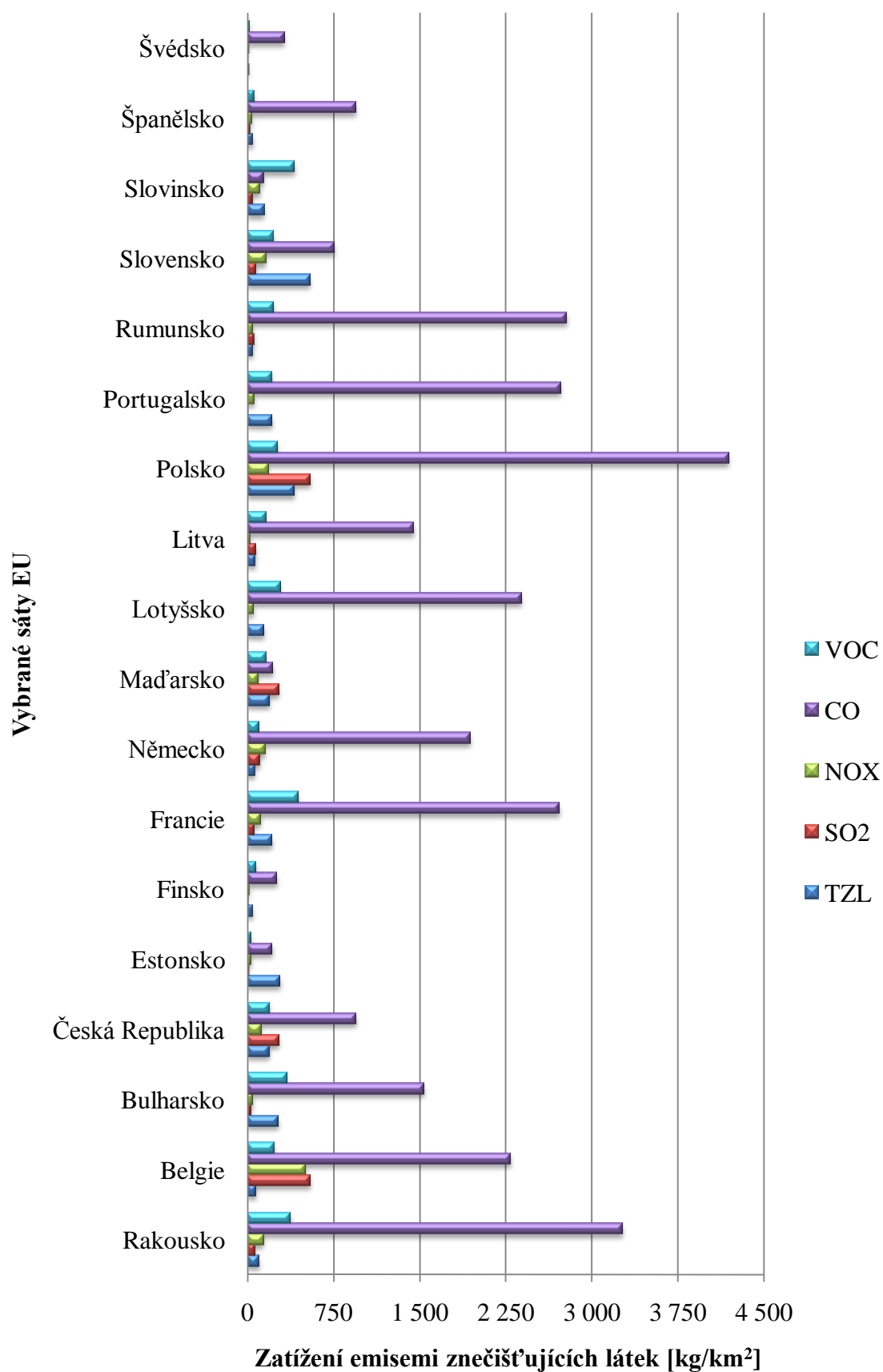
Země EU	TZL	SO ₂	NO _x	CO	VOC
	[t/rok]				
Rakousko	8 600	5 510	11 673	274 244	31 696
Belgie	2 208	16 721	15 377	69 990	7 052
Bulharsko	29 776	3 955	5 486	170 439	37 549
Česká Republika	15 065	21 652	9 242	74 747	15 197
Estonsko	12 800	470	1 440	9 814	1 568
Finsko	16 715	2 120	6 293	86 384	24 714
Francie	117 463	32 997	62 090	1 486 507	241 717
Německo	22 695	37 701	54 268	693 181	34 599
Maďarsko	18 152	25 456	8 918	20 809	14 932
Lotyšsko	9 249	257	3 470	153 968	18 442
Litva	4 494	4 690	1 626	94 411	10 374
Polsko	128 680	172 000	56 080	1 314 877	82 657
Portugalsko	19 969	21	5 239	251 966	19 739
Rumunsko	11 820	13 740	11 672	663 088	54 233
Slovensko	26 767	3 735	7 808	36 961	11 056
Slovinsko	2 955	965	2 205	2 839	8 247
Španělsko	24 999	12 525	19 368	476 713	28 857
Švédsko	5 799	844	4 684	143 095	10 205
Celkem	478 206	355 359	286 939	6 024 033	652 834



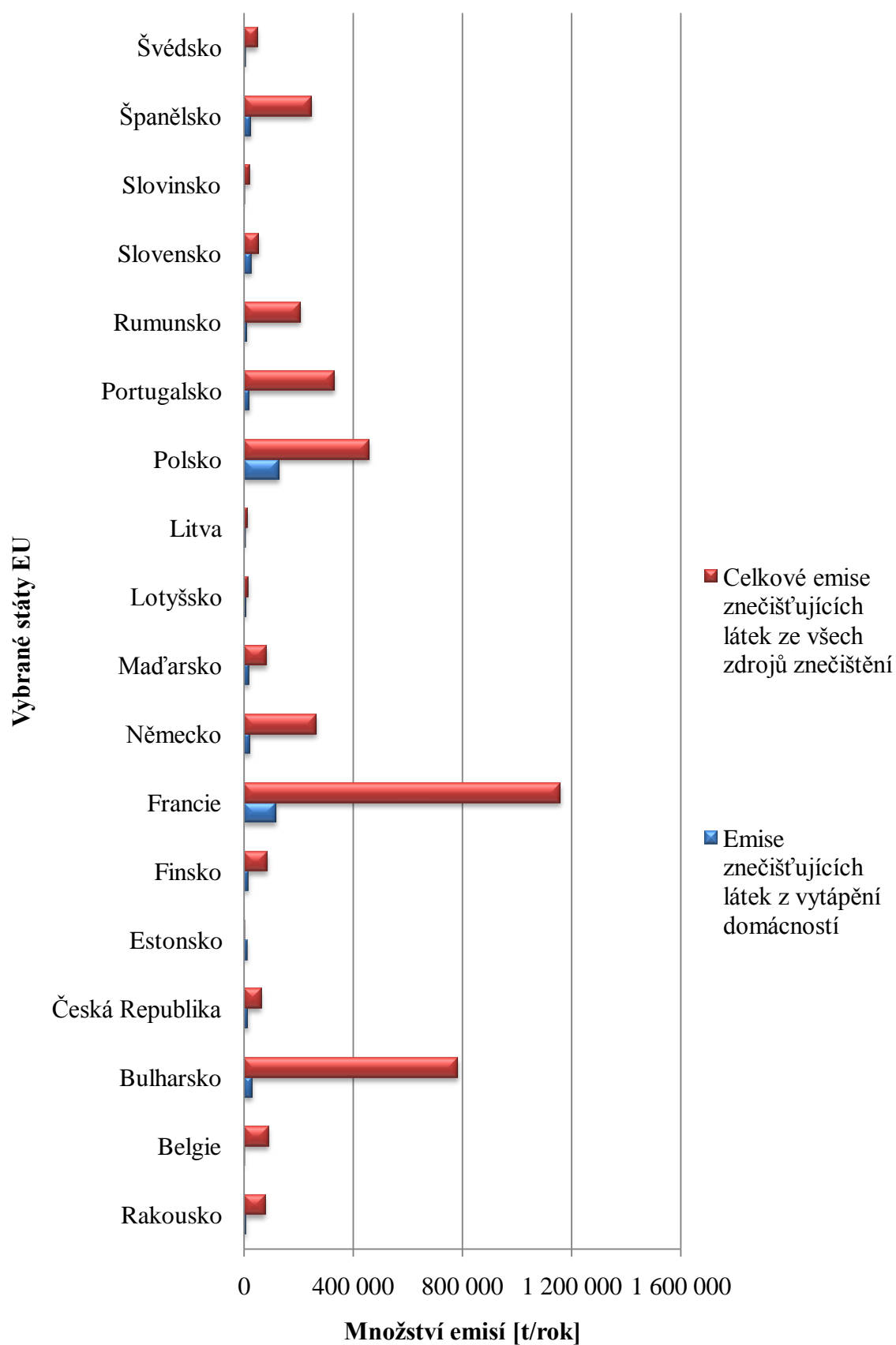
Obrázek 26 – Podíl emisí základních znečišťujících látek z vytápění domácností na celkovém množství emisí ze všech významných zdrojů znečišťování ve vybraných státech EU pro rok 2006

Tabulka 19 – Zatížení emisemi znečišťujících látek z vytápění domácností pro vybrané státy EU za rok 2006

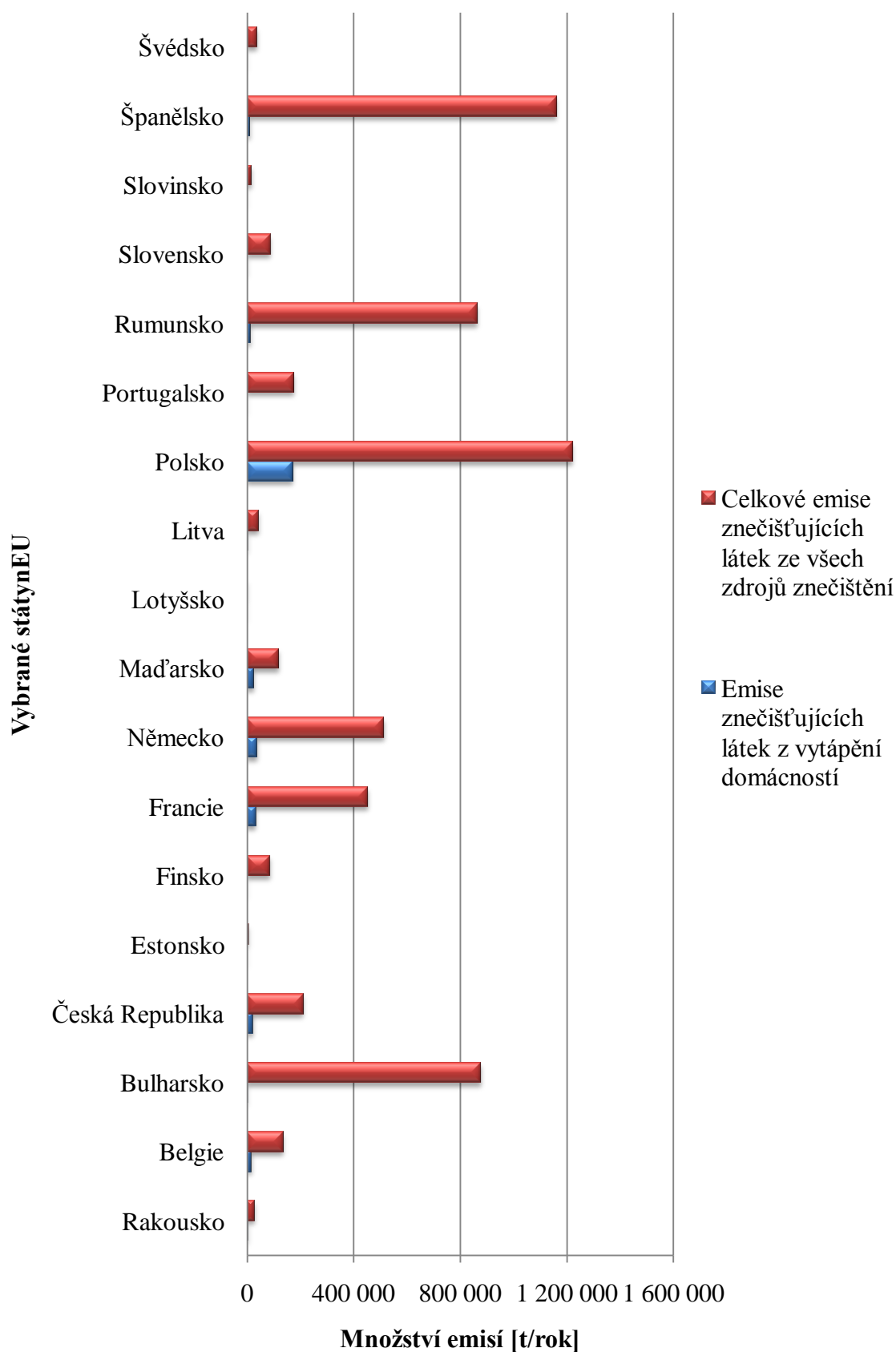
Země EU	TZL	SO ₂	NO _x	CO	VOC
	[t/rok]				
Rakousko	103	66	139	3 270	378
Belgie	72	548	504	2 293	231
Bulharsko	268	36	49	1 536	338
Česká Republika	191	275	117	948	193
Estonsko	283	10	32	217	35
Finsko	49	6	19	255	73
Francie	215	60	114	2 717	442
Německo	64	106	152	1 942	97
Maďarsko	195	274	96	224	161
Lotyšsko	143	4	54	2 384	286
Litva	69	72	25	1 448	159
Polsko	410	549	179	4 193	264
Portugalsko	216	0	57	2 727	214
Rumunsko	50	58	49	2 782	227
Slovensko	546	76	159	754	225
Slovinsko	146	48	109	140	407
Španělsko	50	25	38	944	57
Švédsko	13	2	10	318	23



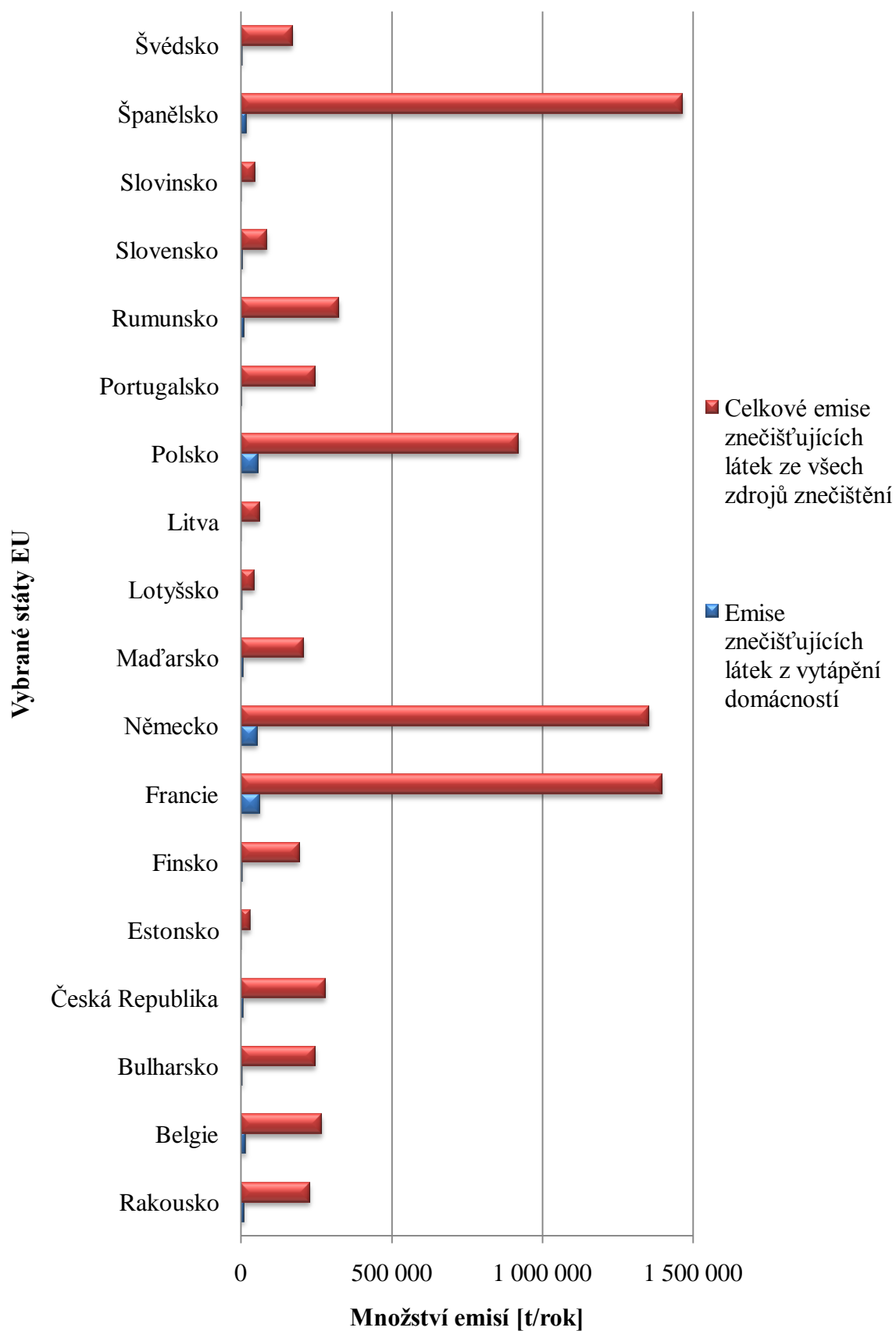
Obrázek 27 – Zatížení emisemi znečišťujících látek z vytápění domácností pro vybrané státy EU v roce 2006



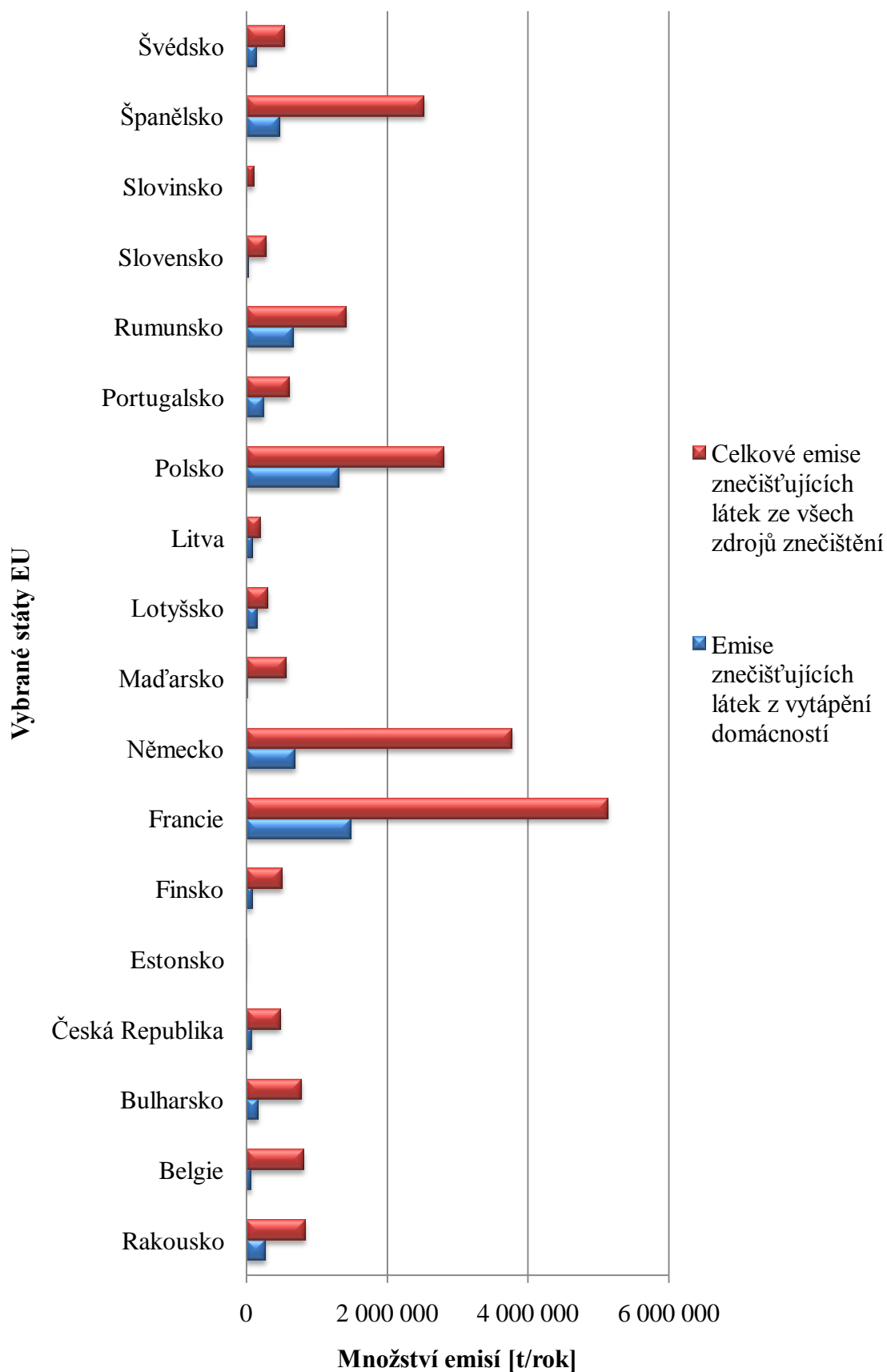
Obrázek 28 - Podíl emisí TZL z vytápění domácností na celkovém množství emisí ze všech zdrojů znečišťování pro vybrané státy EU v roce 2006



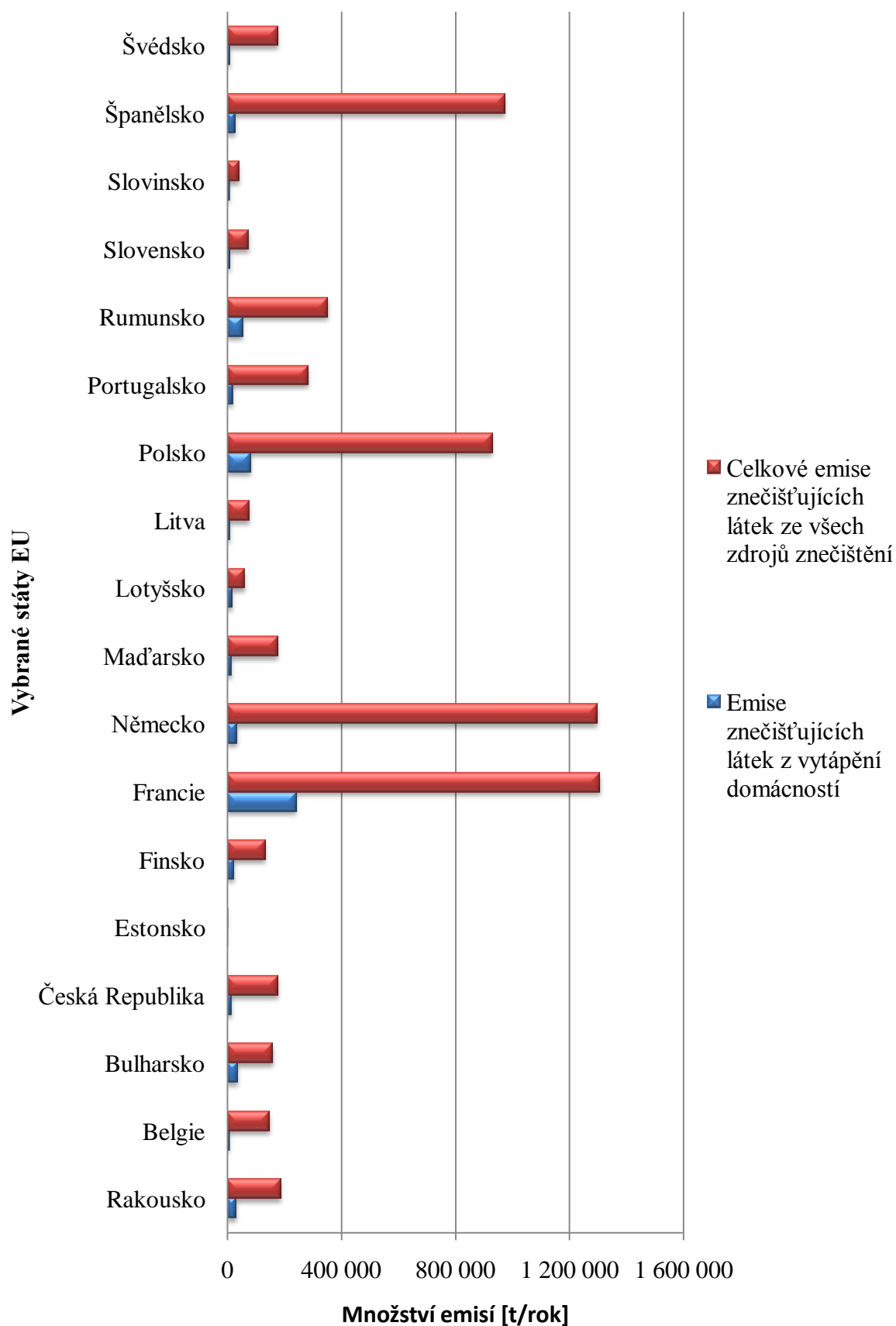
Obrázek 29 - Podíl emisí SO₂ z vytápění domácností na celkovém množství emisí ze všech zdrojů znečišťování pro vybrané státy EU v roce 2006



Obrázek 30 - Podíl emisí NO_x z vytápění domácností na celkovém množství emisí ze všech zdrojů znečišťování pro vybrané státy EU v roce 2006



Obrázek 31 - Podíl emisí CO z vytápění domácností na celkovém množství emisí ze všech zdrojů znečišťování pro vybrané státy EU v roce 2006



Obrázek 32 - Podíl emisí VOC z vytápění domácností na celkovém množství emisí ze všech zdrojů znečišťování pro vybrané státy EU v roce 2006

8 Závěr

8.1 Česká republika

V České republice je 37% domácností vytápěno dálkově a to jednak z velkých zdrojů jako jsou teplárny a jednak odpadním teplem z průmyslové výroby a energetiky. Tímto způsobem jsou vytápěny především bytové domy. Stejný podíl na vytápění domácností mají domovní kotelny, které jsou zdrojem tepla převážně pro rodinné domy. Domácnosti s nízkou energetickou náročností na vytápění a moderní způsoby vytápění domácností se zatím využívají pouze v malém počtu. Návratnosti investic do takových staveb a technologií jsou při současných cenách minimálně 20 a více let.

Starší způsoby vytápění domácností s etážovými a lokálními zdroji tepla jsou zatíženy vyššími provozními náklady, avšak nižšími náklady na pořízení. Využívání těchto způsobu vytápění domácností je postupně nahrazováno ekonomičtějšími, ekologičtějšími a modernějšími způsoby vytápění.

Mezi používaná paliva pro vytápění domácností v České republice se řadí černé a hnědé uhlí, koks, dřevo, lehké topné oleje, propan – butan a zemní plyn. V letech 1991 velice výrazně převládala pevná paliva oproti palivům plyným. Po roce 2000 se situace změnila ve prospěch paliv plyných a dle posledních dostupných údajů v roce 2008 jednoznačně převládají plyná paliva.

Při výrobě tepelné energie procesem spalování hořlavých látek vzniká řada znečišťujících a nebezpečných látek. Z pohledu kvality spalování se v největší míře sledují základní znečišťující látky, tvořené soubory tuhých znečišťujících látek, soubory oxidu dusíku, soubory organických těkavých sloučenin, oxidu uhličitého a siřičitého. Ve vazbě na změnu skladby paliv používaných pro vytápění domácností se výrazně snížilo i množství produkovaných znečišťujících látek.

Jelikož hlášení o produkci znečišťujících látek z vytápění domácností nejsou k dispozici, využívá se pro bilancování emisí znečišťujících látek numerických modelů, parametrů používaných paliv, parametrů spalovacích zařízení a statistických údajů z posledního SLDB. Z údajů o počtu rodinných domů a bytů se stanoví celkové množství tepla pro jednotlivé kraje a topnou sezónu. Pro výrobu potřebné tepelné energie se určí průměrná spotřeba paliva pro vytápění domácností v jednotlivých krajích. Nakonec z emisních faktorů paliv, daných vyhláškou č. 352/2002 Sb., lze určit množství vyprodukovaných znečišťujících látek z vytápění domácností v jednotlivých krajích a dále pak v celé České republice.

Podíl jednotlivých krajů na produkci emisí sledovaných znečišťujících látek je v neposlední řadě dán jejich zeměpisnou polohou a v závislosti na tom, délkou topného období a průměrnou teplotou v daném topném období, což bude zohledňovat nový způsob monitoringu emisí znečišťujících látek od roku 2010.

V České republice byly zjištěny podle výše uvedené metodiky tyto údaje pro topnou sezónu 2005/2006:

Podíl emisí tuhých znečišťujících látek z vytápění domácností na celkovém množství emisí ze všech stacionárních zdrojů znečišťování je 45%.

Podíl emisí oxidu siřičitého z vytápění domácností na celkovém množství emisí ze všech stacionárních zdrojů znečišťování je 10%.

Podíl emisí oxidu dusíku z vytápění domácností na celkovém množství emisí ze všech stacionárních zdrojů znečišťování je 6%.

Podíl emisí oxidu uhelnatého z vytápění domácností na celkovém množství emisí ze všech stacionárních zdrojů znečišťování je 31%.

Podíl emisí těkavých organických sloučenin z vytápění domácností na celkovém množství emisí ze všech stacionárních zdrojů znečišťování je 12%.

Vytápění domácností je po kategorii REZZO 1 druhým největším znečišťovatelem ovzduší z ostatních stacionárních zdrojů znečištění.

Přesnost modelu získaných hodnot o množství emisí znečišťujících látek z vytápění domácností ovlivňuje kázeň a ekonomická situace obyvatel v jednotlivých regionech. Mnoho obyvatel se snaží snížit své náklady na vytápění domácností, a proto spalují ve svých zařízeních různé odpady z domácností, které nejsou ve výpočtu emisí znečišťujících látek zahrnuty. Další příčinou je nevhodná regulace výkonu spalovacího zařízení, která většinou způsobuje snížení účinnosti a zvýšení produkce emisí znečišťujících látek.

8.2 Evropská unie

Při vzájemném posuzování jednotlivých států Evropské unie, dle množství emisí znečišťujících látek z vytápění domácností nelze použít obecná kritéria pro vyhodnocení a stanovení emisních limitů.

Je nutno zohlednit alespoň základní faktory, způsobují diametrální rozdíly mezi jednotlivými státy EU, jako jsou:

1. Rozdílné klimatické podmínky, dané zeměpisnou polohou

2. Rozdílná relativní cena jednotlivých druhů paliv, používaných pro vytápění domácností (těžba, distribuce, skladování)
3. Nejednotná legislativa ve vztahu k povoleným způsobům vytápění a monitoringu produkce znečišťujících látek z vytápění domácností.
4. Rozdílné hodnoty měrné spotřeby tepla, daných použitou stavební technologií, vzduchotechnikou a rekuperací tepla.

Co do absolutních hodnot se nejvíce na tvorbě emisí znečišťujících látek podílí země jako je Francie, Německo, Španělsko a Polsko.

9 Použitá literatura

- [1] Machálek P. – Machart J. (2003) Emisní bilance vytápění bytů malými zdroji od roku 2001 – ČHMÚ – pracoviště Milevsko
- [2] Machálek P. – Machart J. (2007) Upravená emisní bilance vytápění bytů malými zdroji od roku 2006 – ČHMÚ – pracoviště Milevsko
- [3] Ing. Hrubý O. (2009) Stacionární zdroje znečišťování ovzduší REZZO 2009
- [4] Znečištění ovzduší na území České Republiky v roce 2008
<http://www.chmu.cz/uoco/isko/groc/gr08cz/kap11.html>
- [5] Emise základních znečišťujících látek v České Republice podle krajů za rok 2006 (REZZO 1- 4) – <http://www.chmu.cz/uoco/emise/embil/06embil/06r14.html>
- [6] Emise základních znečišťujících látek v České Republice podle krajů za rok 2006 (REZZO 3) - <http://www.chmu.cz/uoco/emise/embil/06embil/06r3.html>
- [7] Emise základních znečišťujících látek v České Republice podle krajů za rok 2006 (REZZO 1- 3) - <http://www.chmu.cz/uoco/emise/embil/06embil/06r13.html>
- [8] <http://www.tzb-info.cz>
- [9] <http://www.ceip.at/emission-data-webdab/emissions-as-reported-by-parties>
- [10] <http://www.irz.cz>
- [11] http://cs.wikipedia.org/wiki/Hlavní_strana